Jurnal Jendela Matematika

**Jurnal Jendela Matematika**
Volume 2 No 01 Januari 2024
ISSN: 2986-7134 (Print) / ISSN: 2985-9875 (Online)
The article is published with Open Access at: https://www.ejournal.jendelaedukasi.id/index.php/JJM

# Pemodelan Pengaruh Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar Dengan Indeks Harga Saham Gabungan Kompas 100 menggunakan metode Gauss Newton

**Muhammad Triyanto,** Universitas Pakuan
**Ani Andriyati** ✉, Universitas Pakuan
**Isti Kamila**, Universitas Pakuan
**Embay Rohaeti**, Universitas Pakuan

✉ *ani.andriyati@unpak.ac.id*

**Abstract:** The purpose of this study was to model the relationship between the Rupiah exchange rate against the Dollar and the Kompas 100 stock price index. Based on previous research information, the relationship between currency exchange rates and stock prices is non-linear. Non-linear regression modeling in this study was carried out using a numerical method approach through the Gauss-Newton algorithm. The Gauss-Newton method is a very efficient simple method used to solve least squares estimation problems. The Gauss-Newton method is used to estimate parameters by minimizing the number of values of a function, which in solving it does not require calculations or estimation of the second derivative of the function f(x) because numerically it is more effective with a direct or iterative process. The estimation process begins with the function f=(x,β_0,β_1 )=β_0 (1-e^(-β_1 X)) with an initial estimate of parameters β_0=0,1, β_1=1 and SSE of 0,000250. Establishing the initial value in the first iteration obtained β_0,1=-2,16 and β_1,1=25,16 with an SSE of 268,173. The calculation is repeated continuously until it converges, namely in the third iteration. The parameter estimation values in the third iteration are β_0,3=0,0066 and β_1,3=216,55 with the smallest SSE value of 0,001769.

**Keywords:** Gauss Newton, Least Squares, Non Linier Regression, Stock Price

**Abstrak:** Penelitian bertujuan untuk memodelkan hubungan antara nilai tukar Rupiah terhadap Dollar dengan Indeks harga saham kompas 100. Berdasarkan informasi penelitian terdahulu bahwa hubungan nilai tukar mata uang terhadap harga saham bersifat non linier. Pemodelan regresi non linier pada penelitian ini dilakukan dengan pendekatan numerik melalui algoritma Gauss Newton. Metode Gauss Newton merupakan metode sederhana yang sangat efisien yang digunakan untuk menyelesaikan masalah pendugaan kuadrat terkecil. Metode Gauss Newton digunakan untuk menduga parameter dengan meminimalkan jumlah nilai dari suatu fungsi, dimana dalam menyelesaikannya tidak memerlukan perhitungan atau estimasi dari turunan kedua fungsi $f(x)$ karena secara numerik lebih efektif dengan proses langsung atau iteratif. Proses pendugaan dimulai dengan fungsi $f = (x, \beta_0, \beta_1) = \beta_0(1 - e^{-\beta_1 X})$ dengan dugaan awal parameter $\beta_0 = 0{,}1$ dan $\beta_1 = 1$ dan JKG awal sebesar 0,000250. Pembentukan nilai awal pada iterasi pertama diperoleh $\beta_{0,1} = -2{,}16$ dan $\beta_{1,1} = 25{,}16$ dengan JKG sebesar 268,173. Perhitungan diulang secara terus menerus sampai konvergen yaitu pada iterasi ketiga. Nilai pendugaan parameter pada iterasi ketiga yaitu $\beta_{0,3} = 0{,}0066$ dan $\beta_{1,3} = 216{,}55$ dengan nilai JKG terkecil yaitu 0,001769.

**Kata kunci:** Gauss Newton, Kuadrat Terkecil, Regresi Non Linier, Saham

**Received** 6 Januari 2024; **Accepted** 12 Januari 2024; **Published** 25 Januari 2024

**Citation**: Triyanto, M., Andriyati, A., Kamila, A., & Rohaeti, E. (2024). Pemodelan Pengaruh Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar Dengan Indeks Harga Saham Gabungan Kompas 100 menggunakan metode Gauss Newton. *Jurnal Jendela Matematika*, 2 (01), 1-10.

**PENDAHULUAN**

Indeks saham Kompas 100 merupakan indeks saham yang terdapat dalam Bursa Efek Indonesia (BEI), yang terdiri dari 100 saham dengan likuiditas yang baik, kapitalisasi pasar yang besar, serta memiliki fundamental dan kinerja finansial yang baik dengan kriteria yang sudah ditentukan oleh kompas 100. Saham-saham yang masuk ke dalam Kompas 100 diperbaharui setiap 6 bulan sekali yaitu pada bulan Februari – Juli dan Agustus – Januari. Pada indeks Kompas 100, saham yang ada merupakan saham yang likuiditas karena nilai transaksinya tinggi dan paling diminati oleh para investor karena dapat memperjual belikan sahamnya dan memperoleh dividen dengan mudah.

Pada indeks saham Kompas 100 terdapat banyak saham yang telah bergabung antara lain yaitu Astra Agro Lestari Tbk (AALI), Ace Hadware Indonesia (ACES), Aneka Gas Industri Tbk (AGII), dan lain-lain. Saham didefinisikan sebagai tanda penyertaan modal seseorang atau pihak badan usaha dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas (Abi, 2016: 56). Dengan menyertakan modal tersebut, maka pihak tersebut memiliki klaim atas pendapatan perusahaan, klaim atas aset perusahaan, dan berhak hadir dalam suatu Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Dalam melakukan sebuah investasi biasanya investor membeli dengan nilai mata uang. Mata uang merupakan alat pembayaran dan alat transaksi ekonomi di suatu negara. Nilainya pun berbeda-beda antara negara yang satu dengan negara lainnya. Perbedaaan nilai mata uang suatu negara dengan negara lain disebut dengan nilai tukar atau kurs. Nilai tukar atau kurs merupakan nilai tukar antar dua negara yang disepakati penduduk kedua negara tersebut untuk saling melakukan perdagangan. Nilai tukar rupiah terhadap mata uang lainnya sangat berpengaruh apabila harga nilai tukar rupiah sedang mengalami penurunan dengan mata uang lainnya contohnya mata uang US Dollar. Oleh karena itu, hal ini akan berdampak kepada harga saham yang akan ikut menurun apabila nilai tukar Rupiah mengalami penurunan terhadap US Dollar.

Menurut Cheng & Wu (2013: 86) dalam penelitiannya menemukan bahwa hubungan antara harga saham dan nilai tukar di Amerika Serikat bersifat nonlinier dari tahun 1871 hingga 2012. Oleh karena itu, sebelum melakukan investasi diharapkan investor dapat menganalisis terhadap saham yang ingin diinvestasikan dan melihat perubahan harga-harga saham setiap harinya supaya setelah melakukan investasi investor tidak melakukan kesalahan atas kebijakan memilih saham tersebut. Dalam melakukan analisis data saham tersebut maka peneliti membuat model matematis. Metode yang cocok dalam penelitian ini yaitu metode numerik. Menurut Munir (2015: 34) metode numerik adalah teknik yang digunakan untuk memformulasikan persoalan matematik sehingga dapat dipecahkan dengan operasi perhitungan atau aritmetika biasa. Dalam metode numerik ini dilakukan operasi hitungan dalam jumlah data yang banyak dan prosesnya berulang. Sehingga dalam prakteknya perlu bantuan komputer untuk meyelesaikan hitungan tersebut. Tanpa bantuan komputer, metode numerik tidak ada banyak memberi manfaaat. Metode numerik mampu menyelesaikan suatu sistem persamaan yang besar, persamaan yang tidak linier, dan persamaan yang kompleks yang tidak mungkin diselesaikan secara analitis.

Metode numerik dalam menyelesaikan masalah persamaan yang tidak linier adalah metode Gauss Newton. Metode Gauss Newton merupakan metode sederhana yang sangat efisien yang digunakan untuk menyelesaikan masalah kuadrat terkecil non linier (Saleh, 2010 : 39-48) dan (Jamhuri and Subiono, 2021: 155). Menurut Siregar (2017: 28) dalam menyelesaikan permasalahan nonlinier, metode Gauss Newton digunakan untuk meminimalkan jumlah nilai dari suatu fungsi, dimana dalam menyelesaikannya tidak memerlukan perhitungan atau estimasi dari turunan kedua fungsi $f(x)$ karena secara numerik lebih efektif dengan proses langsung atau iteratif.

Metode Gauss Newton merupakan metode yang telah dimodifikasi dari metode Newton Rapson sehingga metode ini akan menghasilkan hasil yang lebih baik dari metode sebelumnya (Harahap, 2020 : 25). Salah satu kelebihan metode Gauss Newton yaitu dapat menemukan nilai yang konvergen dengan cepat, terutama bila iterasi di mulai cukup dekat dengan akar yang diinginkan (Siregar, 2017: 29). Metode ini juga pernah digunakan dalam memodelkan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) LQ-45 pada tahun 2015-2019 yang menghasilkan proses iterasi yang sangat cepat sebanyak enam iterasi untuk menentukan nilai minimum sehingga nilai tersebut menjadi nilai yang konvergen (Harahap, 2020: 48).

Tujuan dari penelitian ini yaitu memodelkan pengaruh niliai tukar kurs Rupiah ke US Dollar terhadap Harga saham gabungan Kompas 100 dengan model regresi non linier menggunakan metode Gauss Newton. Pemilihan model non linier didasarkan pada penelitian Cheng & Wu (2013) sedangkan metode Gauss Newton digunakan atas pertimbahan hasil penelitian Siregar (2017) dan Harahap (2020).

## METODE

### Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yaitu data nilai tukar Rupiah ke dalam US Dollar sebagai varaibel bebas $(x)$ dan indeks harga penutupan saham pada Kompas 100 sebagai variabel tak bebas $(y)$. Data diambil yaitu data bulanan dari periode 01 Januari 2018 hingga 31 Desember 2022 di Indonesia atau sebanyak $n$ =60 bulan. Data tersebut bersumber dari situs www.investing.com/indices/kompas-100-historical-data dan situs www.investing.com/currencies/usd-idr-historical-data.

### Model

Menurut Dewi & Ananda (2020: 99-100) bentuk umum dari model regresi nonlinier dapat ditulis sebagai berikut:

$$y_i = f(x_i, \beta) + \varepsilon_i; \;\; i = 1, 2, \dots, n \tag{1}$$

Keterangan:

$y_i$ = Nilai pengamatan ke-i dari variabel tidak bebas
$x_i$ = Nilai pengamatan ke-i dari variabel bebas
$\beta$ = vektor Parameter yang diduga
$\varepsilon_i$ = Residual (galat)

Model ini juga dapat ditulis dalam bentuk matriks yaitu sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f(X_1, \beta) \\ f(X_2, \beta) \\ \vdots \\ f(X_n, \beta) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{bmatrix}$$

### Tahapan Analisis

Tahapan pembentukan model dengan Metode Gauss Newton dilakukan sebagai berikut:

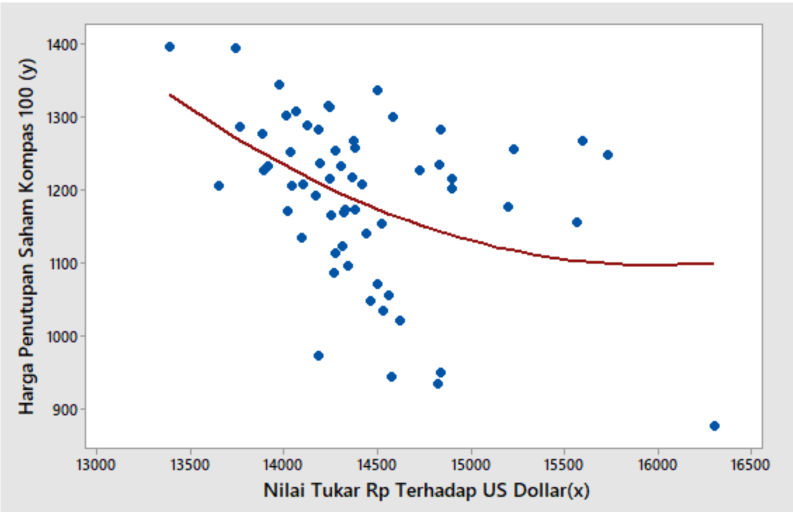
1. Deskripsi Data
   Deskripsi data dilakukan dengan melihat pola sebaran data antara variabel $x$ dan y.
2. Penentukan fungsi dan penduga awal parameter
   Fungsi yang digunakan berdasarkan pertimbangan bahwa hubungan antara nilai tukar Rupiah terhadap US Dollar memiliki hubungan eksponensial dengan indeks harga Saham LQ 45 dengan fungsi $f(X; \beta_0, \beta_1) = \beta_0(1 - e^{-\beta_1 X})$. Fungsi ini memiliki ketergantungan pada paramater-paramaternya (Harahap, 2020: 28).
3. Perhitungan penduga nilai fungsi berdasarkan nilai awal
   Perhitungan penduga nilai fungsi atau $\hat{y}$ dengan nilai awal $\beta_0 = 0{,}1$ dan $\beta_1 = 1$ dimana nilai $\beta_0$ dan $\beta_1$ merupakan nilai tebakal awal (*initial guesses*) dengan fungsi $f(X; \beta_0, \beta_1) = \beta_0(1 - e^{-\beta_1 X})$.
4. Perhitungan nilai galat dari hasil penduga nilai fungsi
   Perhitungan dilakukan dengan cara mengurangi nilai y dengan nilai $\hat{y}$ atau dapat ditulis $\varepsilon = y - \hat{y}$.

5. Perhitungan Jumlah Kuadrat Galat (JKG)
   Fungsi yang digunakan yaitu $S(\theta) = \|Y - f\|^2$ , dikarenakan fungsi $S(\theta) = \|Y - f\|^2$ merupakan sama dengan hasil dari $\varepsilon$ maka fungsi dapat ditulis $S(\theta) = \|\varepsilon\|^2$.
6. Perhitungan turunan parsial dari fungsi terhadap parameter berdasarkan nilai awal
   Perhitungan dilakukan dengan cara fungsi $f$ diturunkan terhadap parameter $\beta_0$ dan $\beta_1$ setelah itu dibuat kedalam bentuk matriks.
7. Perhitungan nilai awal baru
   Perhitungan dilakukan dengan cara matriks $Z_0$ ditranspose lalu dikalikan dengan matriks $Z_0$ atau dapat ditulis ${Z_0}^T Z_0$.
8. Perhitungan penduga kuadrat terkecil yang lebih baik
   Perhitungan dilakukan dengan cara mencari iterasi yang paling baik dari iterasi-iterasi sebelumnya.
9. Proses perhitungan kembali dari langkah ke-4
   Perhitungan dilakukan dengan cara menghitung ulang tahap kelima dengan mengunakan nilai awal :
   $$a_{0,j+1} = a_{0,j} + \beta_{0,j}, \text{ dan } a_{1,j+1} = a_{1,j} + \beta_{1,j} \qquad (2)$$
10. Penentuan nilai penduga kuadrat terkecil yang konvergen
    Pendugaan kuadrat terkecil akan berhenti ketika diperoleh solusi yang konvergen yakni memenuhi kriteria berhenti yang ditentukan. Dalam penelitian ini iterasi akan dihentikan ketika diperoleh nilai JKG minimun dan stabil.
11. Kelayakan model
    Uji Kelayakan model dilakukan dengan mencari nilai kuadrat tengah galat (KTG). Model dikatakan layak pada saat nilai KTG minimum.
    $$KTG = \frac{JKG}{n} \qquad (3)$$

## HASIL PENELITIAN

### Deskripsi Data

Deskripsi data dilakukan untuk melihat pola hubungan data nilai tukar Rp terhadap US Dollar dan data penutupan harga saham gabungan Kompas 100 melalui *scater plot*. Scater plot pada **Gambar 1** menunjukkan terdapat hubungan antara nilai tukar Rp terhadap US Dollar dan data penutupan harga saham gabungan Kompas 100. Pada **Gambar 1** terlihat bahwa pola hubungan tidak linier berbentuk hubungan exponensial.




**GAMBAR 1**. *Pola Hubungan Antara variabel x dan y*

**Perhitungan Penduga Nilai Fungsi Berdasarkan Nilai Awal**

Fungsi yang digunakan untuk melakukan perhitungan penduga nilai fungsi atau $\hat{y}$ dengan nilai awal $\beta_0 = 0{,}1$ dan $\beta_1 = 1$ yaitu $f = (x, \beta_0, \beta_1) = \beta_0\left(1 - e^{-\beta_1 X}\right)$. Sebagai contoh perhitungannya yaitu dengan mengambil data pada bulan Desember 2022 sebagai berikut: $f = (x, \beta_0, \beta_1) = \beta_0\left(1 - e^{-\beta_1 x}\right) = 0{,}1\left(1 - e^{-1(0{,}15565)}\right) = 0{,}01441413$. penelitian sebanyak $n = 60$, maka proses perhitungan dilakukan juga untuk 59 data lainnya dilanjutkan dengan menggunakan bantuan *Microsoft Excel* .

**Perhitungan Nilai Galat dari Penduga Nilai Fungsi**

Fungsi yang digunakan dalam proses perhitungan nilai galat dari hasil penduga nilai fungsi yaitu $\varepsilon = y - \hat{y}$, sebagai contoh perhitungannya yaitu diambil data pada bulan Desember 2022 sebagai berikut: $\varepsilon = 0{,}01115595 - 0{,}1441413 = -0{,}00285463$. proses perhitungan juga dilakukan untuk 59 data lainnya dilanjutkan dengan menggunakan *Microsoft Excel.*

**Perhitungan Jumlah Kuadrat Galat (JKG) Berdasarkan Penduga Awal**

Fungsi yang digunakan dalam proses perhitungan penduga kuadrat terkecil $S(\theta)$ yaitu $S(\theta) = \|Y - f\|^2$, dikarenakan fungsi $\|Y - f\|^2$ merupakan sama dengan hasil dari Epsilon $(\varepsilon)$ maka fungsi dapat ditulis $S(\theta) = \|\varepsilon\|^2$, sebagai contoh perhitungannya yaitu diambil data pada bulan Desember 2022 yaitu berikut: $S(\theta) = -0{,}00285463^2 = 0{,}00000815$ . Proses perhitungan juga dilakukan pada 59 data lainnya.

**Perhitungan Turunan Parsial dari Fungsi Terhadap Parameter Berdasarkan Nilai Awal**

Fungsi yang digunakan dalam proses perhitungan turunan parsial dari fungsi terhadap parameter berdasarkan nilai awal yaitu $f = (x, \beta_0, \beta_1) = \beta_0(1 - e^{-\beta_1 x})$ , diketahui langkah-langkah dari fungsi yang akan diturunkan secara parsial terhadap parameter $\beta_0$ dan $\beta_1$ yaitu sebagai berikut:

$$\frac{\partial f}{\partial \beta_0} = \frac{\partial}{\partial \beta_0}(\beta_0(1 - e^{-\beta_1 x}))$$

$$\frac{\partial f}{\partial \beta_0} = 1 - e^{-\beta_1 x} \tag{4}$$

$$\frac{\partial f}{\partial \beta_1} = \frac{\partial}{\partial \beta_1}(\beta_0(1 - e^{-\beta_1 x}))$$

$$\frac{\partial f}{\partial \beta_1} = \beta_0 x e^{-\beta_1 x} \tag{5}$$

Berdasarkan persamaan (4) berikut contoh perhitungannya yaitu dengan mengambil data pada Desember 2022 untuk memperoleh nilai baris 1 kolom 1, yaitu 0,14414131.

$$1 - e^{-\beta_1 x} = 1 - e^{-(1)(0{,}15565)} = 0{,}14414131$$

Berdasarkan persamaan (5) berikut contoh perhitunganya yaitu dengan mengambil data pada Desember 2022 untuk memperoleh nilai baris 1 kolom 2, yaitu 0.01332144.

$$\beta_0 x e^{-\beta_1 x} = (0{,}1)(0{,}15565) - e^{-(1)(0{,}15565)} = 0{,}01332144$$

Sehingga terbentuk $Z_0$ sebagai berikut:

$$Z_0 = \begin{bmatrix} 0.14414131 & 0.01332144 \\ 0.14555231 & 0.01344046 \\ 0.14439803 & 0.01334311 \\ 0.14122644 & 0.01307483 \\ 0.13791379 & 0.01279336 \\ 0.13782758 & 0.01278602 \\ 0.13838781 & 0.01283371 \\ 0.13566945 & 0.01260194 \\ 0.13493445 & 0.01253913 \\ 0.13383512 & 0.01244506 \\ 0.13393906 & 0.01244283 \\ 0.13281245 & 0.01245396 \\ 0.13341926 & 0.01235742 \\ 0.13207502 & 0.01240944 \\ 0.13333260 & 0.01229416 \\ 0.13294251 & 0.01240201 \\ 0.13463163 & 0.01236858 \\ 0.13493445 & 0.01253913 \\ 0.13302922 & 0.01237601 \\ 0.13445854 & 0.01249842 \\ 0.13515069 & 0.01255761 \\ 0.13272572 & 0.01234999 \\ 0.13081562 & 0.01218597 \\ 0.13268236 & 0.01234627 \\ 0.13116322 & 0.01221585 \\ 0.13038092 & 0.01214858 \\ 0.13389575 & 0.01245025 \\ 0.13324593 & 0.01239458 \\ 0.14101172 & 0.01305662 \\ 0.13843089 & 0.01283738 \\ 0.13692182 & 0.01270883 \\ 0.13424213 & 0.01247990 \\ 0.13346259 & 0.01241315 \\ 0.12968494 & 0.01208868 \\ 0.12985899 & 0.01210366 \\ 0.12855280 & 0.01199111 \\ 0.12837849 & 0.01197608 \\ 0.12529623 & 0.01170966 \end{bmatrix}$$

**Perhitungan Nilai Awal Pada Iterasi Pertama**

Fungsi yang digunakan dalam proses perhitungan nilai awal pada iterasi pertama yaitu $A_0 = {G_0}^{-1} H_0$, diketahui untuk mencari nilai awal pada iterasi pertama maka proses perhitungan dilakukan dengan cara mencari nilai ${G_0}^{-1}$, nilai tersebut didapat dari hasil perkalian ${Z_0}^T Z_0$, selanjutnya untuk mencari nilai $H_0$ yaitu didapat dari hasil perkalian ${Z_0}^T Y_0$. Berikut contoh hasil perhitungannya yaitu sebagai berikut:

$${Z_0}^T Z_0 A_0 = {Z_0}^T Y_0$$
$$G_0 A_0 = H_0$$
$$A_0 = {G_0}^{-1} H_0$$
$$A_0 = \begin{bmatrix} 124419{,}42243483 & -1338617{,}59183692 \\ -1338617{,}59183692 & 14402175{,}4434338 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0{,}01248241 \\ -0{,}00115851 \end{bmatrix}$$
$$A_0 = \begin{bmatrix} -2{,}25732919 \\ 24{,}16262785 \end{bmatrix}$$

Berdasarkan persamaan (2) maka diperoleh nilai awal baru sebagai berikut:

$$\beta_{k,j+1} = \beta_{k,j} + A_0$$

$$\begin{bmatrix}\beta_{0,1}\\ \beta_{1,1}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}0,1\\ 1\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}-2,25732919\\ 24,16262785\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}-2,16\\ 25,16\end{bmatrix}$$

Berdasarkan hasil diatas yaitu nilai $\beta_{k,1}$ pada iterasi pertama adalah $\beta_{0,1} = -2,16$ dan $\beta_{1,1} = 25,16$.

## Perhitungan Jumlah Kuadrat Galat (JKG) Berdasarkan Pendugaan Kuadrat Terkecil Pada Iterasi 1 s.d Iterasi 3

Berdasarkan perhitungan sebelumnya diketahui bahwa penduga nilai awal baru pada iterasi pertama yaitu $\beta_{0,1} = -2,16$ dan $\beta_{1,1} = 25,16$, diketahui untuk menghitung penduga kuadrat terkecil yang lebih baik dari sebelumnya maka harus mengulang perhitungan dengan penduga nilai awal yang baru dengan fungsi yang sama yaitu $f = (x, \beta_0, \beta_1) = \beta_0(1 - e^{-\beta_1 x})$ , hasil perhitungan Galat dan JKG berdasarkan penduga kuadrat terkecil pada iterasi pertama dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**TABEL 1.** *JKG Berdasarkan Pendugaan Kuadrat Terkecil Iterasi Pertama*

| $x$ | $y$ | $\hat{y}$ | $\varepsilon$ | $S(\theta)_1$ |
|---|---|---|---|---|
| 0,15565 | 0,01156 | -2,1169781 | 2,1285376 | 4,5306723 |
| 0,15730 | 0,01249 | -2,1187275 | 2,1312221 | 4,5421078 |
| 0,15595 | 0,01268 | -2,1173016 | 2,1299855 | 4,5368382 |
| 0,15225 | 0,01257 | -2,1131358 | 2,1257022 | 4,5186100 |
| 0,14840 | 0,01284 | -2,1083691 | 2,1212041 | 4,4995070 |
| 0,14830 | 0,01236 | -2,1082391 | 2,1205981 | 4,4969362 |
| 0,14895 | 0,01203 | -2,1090787 | 2,1211082 | 4,4991000 |
| 0,14580 | 0,01301 | -2,1048787 | 2,1178864 | 4,4854430 |
| 0,14495 | 0,01338 | -2,1036872 | 2,1170660 | 4,4819685 |
| 0,14368 | 0,01268 | -2,1018588 | 2,1145397 | 4,4712781 |
| 0,14365 | 0,01218 | -2,1018149 | 2,1139997 | 4,4689947 |
| 0,14380 | 0,01173 | -2,1020341 | 2,1137680 | 4,4680150 |
| 0,14250 | 0,01166 | -2,1001068 | 2,1117623 | 4,4595399 |
| 0,14320 | 0,01169 | -2,1011524 | 2,1128397 | 4,4640915 |
| 0,14165 | 0,01193 | -2,0988121 | 2,1107465 | 4,4552508 |
| 0,14310 | 0,01123 | -2,1010041 | 2,1122310 | 4,4615199 |
| 0,14265 | 0,01086 | -2,1003324 | 2,1111913 | 4,4571286 |
| 0,14460 | 0,01048 | -2,1031891 | 2,1136688 | 4,4675960 |
| 0,14495 | 0,01071 | -2,1036872 | 2,1143997 | 4,4706862 |
| 0,14275 | 0,01115 | -2,1004823 | 2,1116295 | 4,4589792 |
| 0,14440 | 0,01141 | -2,1029025 | 2,1143079 | 4,4702981 |
| 0,14520 | 0,01154 | -2,1040403 | 2,1155840 | 4,4756957 |
| 0,14240 | 0,01216 | -2,0999559 | 2,1121182 | 4,4610432 |
| 0,14020 | 0,01171 | -2,0965386 | 2,1082478 | 4,4447089 |
| 0,14040 | 0,01207 | -2,0968572 | 2,1089254 | 4,4475662 |
| 0,14090 | 0,01135 | -2,0976465 | 2,1089953 | 4,4478613 |
| 0,14620 | 0,01021 | -2,1054307 | 2,1156432 | 4,4759461 |
| 0,14840 | 0,00950 | -2,1083691 | 2,1178689 | 4,4853689 |
| 0,14560 | 0,01055 | -2,1046007 | 2,1151548 | 4,4738797 |

| $x$ | $y$ | $\hat{y}$ | $\varepsilon$ | $S(\theta)_1$ |
|---|---|---|---|---|
| 0,14530 | 0,01035 | -2,1041809 | 2,1145259 | 4,4712199 |
| 0,14180 | 0,00973 | -2,0990426 | 2,1087717 | 4,4469180 |
| 0,14575 | 0,00944 | -2,1048094 | 2,1142451 | 4,4700321 |
| 0,14825 | 0,00934 | -2,1081739 | 2,1175163 | 4,4838754 |
| 0,16300 | 0,00877 | -2,1242417 | 2,1330112 | 4,5497366 |
| 0,14340 | 0,01097 | -2,1014478 | 2,1124191 | 4,4623142 |
| 0,13650 | 0,01207 | -2,0903472 | 2,1024176 | 4,4201596 |
| 0,13880 | 0,01277 | -2,0942634 | 2,1070368 | 4,4396042 |
| 0,14100 | 0,01208 | -2,0978032 | 2,1098866 | 4,4516215 |
| 0,14032 | 0,01253 | -2,0967299 | 2,1092570 | 4,4489652 |
| 0,14190 | 0,01238 | -2,0991958 | 2,1115713 | 4,4587332 |
| 0,14180 | 0,01283 | -2,0990426 | 2,1118717 | 4,4600020 |
| 0,14012 | 0,01303 | -2,0964108 | 2,1094439 | 4,4497534 |
| 0,14125 | 0,01289 | -2,0981932 | 2,1110831 | 4,4566718 |
| 0,14270 | 0,01254 | -2,1004074 | 2,1129510 | 4,4645619 |
| 0,14245 | 0,01314 | -2,1000314 | 2,1131707 | 4,4654903 |
| 0,14235 | 0,01315 | -2,0998803 | 2,1130352 | 4,4649178 |
| 0,14060 | 0,01308 | -2,0971741 | 2,1102553 | 4,4531774 |
| 0,13970 | 0,01345 | -2,0957352 | 2,1091881 | 4,4486746 |
| 0,14375 | 0,01258 | -2,1019611 | 2,1145428 | 4,4712912 |
| 0,14300 | 0,01234 | -2,1008555 | 2,1131909 | 4,4655758 |
| 0,15200 | 0,01178 | -2,1128401 | 2,1246205 | 4,5140124 |
| 0,14900 | 0,01216 | -2,1091427 | 2,1213067 | 4,4999422 |
| 0,14725 | 0,01227 | -2,1068534 | 2,1191198 | 4,4906689 |
| 0,14415 | 0,01209 | -2,1025423 | 2,1146284 | 4,4716532 |
| 0,14325 | 0,01174 | -2,1012264 | 2,1129707 | 4,4646450 |
| 0,13890 | 0,01228 | -2,0944286 | 2,1067095 | 4,4382250 |
| 0,13910 | 0,01233 | -2,0947577 | 2,1070895 | 4,4398263 |
| 0,13760 | 0,01287 | -2,0922484 | 2,1051151 | 4,4315097 |
| 0,13740 | 0,01395 | -2,0919067 | 2,1058528 | 4,4346158 |
| 0,13387 | 0,01397 | -2,0855823 | 2,0995508 | 4,4081134 |
| | | **JKG** | | **268,173139** |

Pada **Tabel 1** terlihat bahwa JKG hasil penduga kuadrat terkecil pada iterasi pertama yaitu 268,173139 mempunyai nilai yang tidak lebih baik dari nilai penduga kuadrat awal yaitu 0,000250, oleh karena itu proses perhitungannya diulang untuk mencari nilai awal baru dengan penduga kuadrat kecil yang lebih baik atau konvergen.

Hasil iterasi pertama yang menunjukkan tidak lebih baik dari penduga kuadrat awal, maka proses perhitungan diulang dengan tujuan untuk mencari nilai penduga kuadrat yang lebih baik. Proses ini dilakukan sampai dilakukan iterasi ke tiga dikarenakan penduga kuadrat terkecil yang dihasilkan pada itersi ketiga menghasilkan nilai JKG paling minimum dan konvergen pada nilai 0,001. Perbandingan nilai penduga parameter dan JKG pada setiap iterasi disajikan pada **Tabel 2**.

**TABEL 2.** *Nilai Penduga Parameter dan JKG Pada Setiap Iterasi*

| Iterasi | $\boldsymbol{\beta_0}$ | $\boldsymbol{\beta_1}$ | JKG |
|---|---|---|---|
| 0 | 0,1 | 1 | 0,000250 |
| 1 | -2,16 | 25,16 | 268,173139 |
| 2 | 0,0068 | 24,52 | 0,001769 |
| 3 | 0,0066 | 216,55 | 0,001769 |

## Kelayakan Model

Nilai kuadrat tengah galat (KTG) dari model pada itersi ke tiga dengan menggunakan persamaan (2) diperoleh $KTG = \frac{0,001769}{60} = 295x10^{-7}$. Hal ini menunjukkan bahwa KTG model regresi yang dihasilkan cukup kecil dan dapat dikatakan model layak digunakan. Berdasarkan hasil perhitungan maka titik minimum penduga parameternya yaitu $\beta_{0,3} =$ 0,0066 , $\beta_{1,3} = 216{,}55$ dengan nilai $JKG = 0{,}001769$, sehingga diperoleh model regresi non linier antara nilai tukar rupiah dengan indeks harga saham gabungan Kompas 100 tahun 2018 s.d 2022 yaitu: $f(x) = 0{,}0066(1 - e^{-216,55x})$

## PEMBAHASAN PENELITIAN

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh dalam menduga parameter model regresi non linier indeks harga saham gabungan Kompas 100 menggunakan metode Gauss Newton dengan nilai awal parameter $\beta_0 = 0{,}1$ dan $\beta_1 = 1$ . Proses pendugaan parameter dengan Gauss Newton merupakan prosedur iterasi untuk meminimumkan fungsi jumlah kuadrat. Pada model Indeks harga saham gabungan Kompas 100, prosesur iterasi dilakukan sampai pada iterasi ketiga. Hal ini dikarenakan nilai pendugaan pada iterasi ke-tiga sudah dalam kondisi konvergen. Nilai JKG sebesar 0,00176 yang dihasilkan pada iterasi ke-tiga sudah lagi tidak mengalami perubahan. Hal ini sejalan dengan penelitian Saleh (2010) yang dalam pendugaan parameter non linier dengan metode Gauss Newton juga mengalami kondisi konvergen pada iterasi yang relatif singkat yaitu juga pada iterasi ke-3.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil Pemodelan regresi nonlinier dengan menggunakan metode Gauss Newton pada indeks harga saham gabungan Kompas 100 pada 1 Januari 2018 sampai 31 Desember 2022 dapat disimpulkan bahwa proses perhitungan berhenti dilakukan pada iterasi ketiga yang menghasilkan nilai awal sebesar $\beta_{0,3} = 0{,}0066$ dan $\beta_{1,3} = 216{,}55$ dan menghasilkan nilai $JKG$ sebesar 0,001769 sehingga model yang dihasilkan yaitu $f(x) = 0{,}0066(1 - e^{-216,55x})$.

## DAFTAR PUSTAKA


1. Abi, F. P. .. (2016). *Semakin Dekat Dengan Pasar Modal Indonesia*. Pertama. Yogyakarta: Deepublish.
2. Cheng, Shu Ching, and Tsung Pao Wu. (2013). “Nonlinear Behavior of the Us Stock Price-Dividend: Evidence from Threshold Unit Root Tests.” *Romanian Journal of Economic Forecasting* 16(4):82–93.
3. Dewi, Atika, and Ridho Ananda. (2020). “Pengembangan Aplikasi Gui Matlab Untuk Menaksir Koefisien Parameter Model Regresi Non Linier Menggunakan Algoritma Levenberg Marquardt.” *Wahana Matematika Dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya* 14(1):1858–0629.

4. Harahap, Nurdiana Rahmadani. (2020). “Pemodelan Regresi Nonlinier Menggunakan Metode Gauss Newton Pada Indeks Harga Saham Gabungan LQ-45 Tahun 2015 - 2019.” Universitas Sumatera Utara.
5. Jamhuri, Mohammad, and Subiono Subiono.(2021). “Penentuan Nilai Awal Iterasi Pada Masalah Pendugaan Parameter Regresi Taklinier.” *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications* 18(2):155. doi: 10.12962/limits.v18i2.8297.
6. Munir, Rinaldi. (2015). *Metode Numerik : Revisi Keempat*. Bandung: Informatika Bandung.
7. Saleh, M. (2010). “Penaksiran Parameter Regresi Nonlinier Dengan Algoritma Gauss-Newton Dan Tafsiran Geometris Least Squares.” *Jurnal Matematika, Statistika, & Komputasi* 7(1):39–48.
8. Siregar, Rahmi Wahidah. (2017). “Analisis Konvergensi Lokal Dari Metode Gauss-Newton.” Universitas Sumatera Utara.

## PROFIL SINGKAT

**Muhammad Triyanto** adalah mahasiswa program studi matematika, fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam, universitas pakuan.

**Ani Andriyati** adalah dosen program studi matematika, fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam, universitas pakuan.

**Isti Kamila** adalah dosen program studi matematika, fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam, universitas pakuan.

**Embay Rohaeti** adalah dosen program studi matematika, fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam, universitas pakuan.