

PEMODELAN LAJU INFLASI DENGAN MENGGUNAKAN REGRESI NON-LINEAR BERBASIS ALGORITMA GENETIKA (Kasus: Kota-Kota di Pulau Jawa)

Wildan Mujahid¹, Muhammad Arif Tiro¹, Ruliana¹

¹Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Indonesia

Keywords: : Inflation, Non Linear Regression, Genetic Algorithm.

Abstract:

This research is applied research that uses non-linear regression on the inflation rate data and the factors that are thought to influence it. By using the RESET Test, statistics are obtained, namely the RESET value = 3.7506 with P value = 0.04138, which means that the inflation data is appropriate to use non-linear regression. From the results of this study, it was found that the average inflation rate of 26 cities in Java was 22.08% with a standard deviation of 24.33%. From the results of this study it was also found that the consumer price index (X1), city/district minimum wages (X2), and regional gross domestic product (X3) are factors that affect the inflation rate with the best model after optimization with an RMSE value of 0.445.

1. Pendahuluan

Inflasi adalah kecenderungan naiknya harga barang dan jasa pada umumnya yang berlangsung secara terus menerus. Jika harga barang dan jasa di dalam negeri meningkat, maka inflasi mengalami kenaikan. Naiknya harga barang dan jasa tersebut menyebabkan turunnya nilai uang. Dengan demikian, inflasi dapat juga diartikan sebagai penurunan nilai uang terhadap nilai barang dan jasa secara umum (BPS, 2020). Apabila kenaikan harga barang dan jasa terus berlangsung maka hal tersebut dapat mengakibatkan daya beli masyarakat menurun. Penurunan daya beli tersebut selanjutnya akan berdampak terhadap individu, dunia usaha, serta anggaran pendapatan dan belanja pemerintah dengan kata lain, laju inflasi yang tinggi akan berakibat negatif terhadap suatu perekonomian secara keseluruhan.

Berdasarkan berita resmi BPS mengenai perkembangan indeks harga konsumen/inflasi No.69/09/Th.XXII, 02 September 2019, pada Agustus 2019 terjadi inflasi sebesar 0,12% dengan Indeks Harga Konsumen (IHK) sebesar 138,75. Dari 82 kota IHK, 44 kota mengalami inflasi dan 38 kota mengalami deflasi. Inflasi tertinggi terjadi di Kudus sebesar 0,82% dengan IHK sebesar 144,56 dan terendah terjadi di Tasikmalaya, Madiun, dan Pare-Pare masing-masing sebesar 0,04% dengan IHK masing-masing sebesar 134,58, 134,52, dan 132,02. Sementara deflasi tertinggi terjadi di Bau-Bau sebesar 2,10% dengan IHK sebesar 136,38 dan terendah terjadi di Tegal dan Palopo masing-masing sebesar 0,02% dengan IHK masing-masing sebesar 134,22 dan 136,35. Pulau Sumatera sebanyak 23 kota, 8 kota mengalami inflasi dan 15 kota mengalami deflasi. Pulau Jawa sebanyak 26 kota, 21 kota mengalami inflasi dan 5 kota mengalami deflasi. Luar Pulau Jawa dan Sumatera sebanyak 33 kota, 15 kota mengalami inflasi dan 18 kota mengalami deflasi.

Menurut (Naftali, 2014) permasalahan ekonomi yang terjadi menunjukkan bahwa hubungan antara peubah ekonomi tidak selalu linear perkembangan ilmu melahirkan pemikiran bahwa tidak selamanya hubungan antar peubah

* Corresponding author.

E-mail address: ruliana.t@unm.ac.id



adalah linear, oleh karena itu dikembangkan teknik komputasi tidak linear. Salah satu metode yang dapat digunakan mengatasi masalah pola hubungan yang tidak linear adalah regresi non linear. Regresi non linear merupakan alternatif untuk mendeskripsikan hubungan non linear yang terjadi antara peubah respon dan peubah terikat. Dalam menghasilkan model yang optimal pada Regresi non linear ada berbagai cara salah satunya dengan menggunakan algoritma genetika.

Algoritma genetika merupakan metode komputasi dari teori evolusi biologis yang dapat digunakan untuk memperoleh nilai maksimum atau minimum dari suatu fungsi. Sejak pertama kali dirintis oleh John Holland pada tahun 1960-an, algoritma genetika telah dipelajari, diteliti dan diaplikasikan secara luas pada berbagai bidang. Algoritma genetika banyak digunakan pada masalah praktis yang berfokus pada pencarian parameter-parameter optimal (Suyanto, 2005).

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Regresi Non Linear

Regresi non linear adalah suatu metode untuk mendapatkan model Non Linear yang menyatakan hubungan peubah terikat (dependent variable) dan variabel bebas (independent variable). Regresi non linear dapat mengestimasi model hubungan peubah dependent dan peubah independent dalam bentuk non linear dengan keakuratan yang lebih baik daripada regresi linear karena dalam mengestimasi model menggunakan iterasi algoritma. Model regresi nonlinear dalam parameter menurut (Montgomery dkk, 2012) dituliskan:

$$y=f(x,\theta)+\varepsilon$$

2.2. Uji Asumsi

2.2.1 Regresi Linear

Menurut (Kurniawan & Yuniarto, 2016) asumsi yang mendasari regresi linear antara lain:

- Model bersifat linear.
- Residual berdistribusi normal.
- Tidak terjadi autokorelasi.
- Tidak terjadi multikolinearitas.
- Tidak terjadi heteroskedastisitas.

2.2.2 Regresi Non Linear

Asumsi yang mendasari model regresi non linear menurut (Christian Ritz & Streibig, 2008) antara lain:

- Mengecek struktur mean melalui plot.
- Tidak terjadi heteroskedastisitas.
- Residual berdistribusi normal.
- Tidak terjadi autokorelasi.

2.3 Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan cabang dari algoritma evolusi merupakan metode adaptive yang biasa digunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi. Keuntungan penggunaan algoritma genetika terlihat dari kemudahan implementasi dan kemampuannya untuk masalah-masalah berdimensi tinggi (Suyanto, 2005). Algoritma genetika sangat berguna dan efisien untuk masalah-masalah dengan karakteristik sebagai berikut:

- a. Ruang masalah sangat besar, kompleks, dan sulit dipahami.
- b. Kurang atau bahkan tidak ada pengetahuan yang memadai untuk merepresentasikan masalah ke dalam ruang pencarian yang lebih sempit.
- c. Tidak tersedianya analisis matematika yang memadai.
- d. Ketika metode-metode konvensional sudah tidak mampu menyelesaikan masalah yang dihadapi.
- e. Solusi yang diharapkan tidak harus paling optimal, tetapi cukup 'bagus' atau bisa diterima.
- f. Terdapat batasan waktu, misalnya dalam real time systems atau sistem waktu nyata.

2.4. Teknik Pengkodean

Teknik pengkodean atau skema pengkodean adalah cara mengkodekan gen dari kromosom, dimana gen adalah bagian dari kromosom. Satu gen mewakili satu peubah, dimana gen dapat direpresentasikan dalam beberapa bentuk yang dapat diimplementasikan dalam algoritma genetika (Yuliana, 2014).

2.5. Nilai Fitness

Nilai fitness adalah nilai yang menyatakan kebaikan dari suatu individu yang dijadikan acuan dalam memperoleh nilai optimum dalam algoritma genetika. Tujuan dari algoritma genetika untuk mencari individu dengan nilai fitness yang tertinggi (Suyanto, 2005).

2.6. Selection

Seleksi digunakan untuk memperoleh individu yang akan dipilih pada proses crossover (pindah silang) dan proses mutase. Salah satu metode yang paling populer pada langkah ini yaitu metode roulette. Sebuah kromosom akan terpilih jika bilangan random yang dibangkitkan berada dalam interval akumulatifnya (Suyanto, 2005). Setiap individu dalam seleksi akan menerima peluang reproduksi tergantung pada nilai obyektif suatu individu terhadap nilai obyektif dari seluruh individu dalam proses seleksi.

2.7. Crossover

Pindah silang adalah operator dari algoritma genetika yang melibatkan dua induk untuk membentuk kromosom baru (Yuliana, 2014). Setiap pasangan individu yang dijadikan induk kemudian disilangkan untuk membentuk individu baru. Langkah ini tidak selalu dilakukan pada seluruh individu, akan tetapi dipilih secara acak untuk dilakukan crossing dengan p_c pada umumnya diset mendekati 1, misalnya 0,8.

2.8. Mutasi

Mutasi gen berperan untuk menggantikan gen yang hilang dari populasi akibat proses seleksi yang memungkinkan munculnya kembali gen yang tidak muncul (Yuliana, 2014). Untuk semua gen yang ada, jika bilangan random yang dibangkitkan kurang dari probabilitas mutase P_{mut} yang ditentukan maka gen tersebut menjadi nilai kebalikannya (dalam binary encoding, 0 diubah 1, dan 1 diubah 0). Biasanya P_{mut} diset sebagai $1/n$, dimana n adalah jumlah gen dalam kromosom. Pada algoritma genetika sederhana nilai P_{mut} adalah tetap selama evolusi (Suyanto, 2005).

2.9. Elitisme

Proses elitisme merupakan suatu proses penggandaan individu agar individu yang memiliki fitness tertinggi tidak hilang selama proses evolusi. Elitisme mengganti kromosom yang memiliki kualitas buruk pada populasi baru dengan kromosom terbaik pada populasi induk, jumlah kromosom yang diganti sebesar 10 - 20% dari jumlah populasi. Langkah ini dapat mempercepat iterasi algoritma genetika karena konvergensi mudah tercapai. (Jadaan dkk, 2008).

2.10. Penggantian Populasi

Secara umum skema penggantian populasi dapat dirumuskan berdasarkan presentase populasi yang digantikan dalam setiap generasi. Terdapat beberapa prosedur penghapusan individu, yaitu penghapusan individu yang bernilai fitness paling rendah atau penghapusan individu yang paling tua. Penghapusan bisa berlaku hanya pada individu orang tua saja atau bisa juga pada semua individu dalam populasi (Suyanto, 2005).

2.11. Laju Inflasi

Definisi inflasi adalah kecenderungan meningkatnya harga barang dan jasa secara umum dan terus menerus. Kenaikan harga dari satu atau dua jenis barang tidak dapat disebut inflasi, kecuali kenaikan harga barang tersebut menyebabkan kenaikan sebagian besar harga barang-barang lain (Kuncoro, 2015). Berdasarkan teori-teori mengenai inflasi yang telah dikemukakan oleh (Sukirno, 2004) ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya angka inflasi. Faktor-faktor tersebut adalah kemiskinan, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), Indeks Harga Konsumen (IHK), Upah Minimum Kota (UMK), jumlah uang beredar, tingkat suku bunga, pertumbuhan ekonomi dan kurs dollar.:

3. Metode Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu penelitian terapan untuk mengetahui faktor-faktor yang diduga mempengaruhi laju inflasi kota-kota di Pulau Jawa kemudian memodelkan faktor-faktor tersebut menggunakan metode regresi non linear dengan algoritma genetika.

3.2 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder dari BPS Tahun 2019 dan Alterra Tahun 2019. Data tersebut meliputi tingkat inflasi kota-kota di Pulau Jawa Tahun 2019, indeks harga konsumen (IHK) kota-kota di Pulau Jawa Tahun 2019, jumlah upah minimum kota di Pulau Jawa Tahun 2019, dan produk domestik regional bruto atas dasar harga konstan kota-kota di Pulau Jawa Tahun 2019.

3.3. Definisi Operasional Peubah

3.3.1. Peubah Terikat

Tingkat Inflasi (Y) adalah gambaran perubahan harga-harga yang berlaku dari satu tahun ke tahun lainnya.

3.3.2. Peubah Bebas

a. Indeks Harga Konsumen (X₁)

Indeks harga konsumen adalah indeks yang menghitung rata-rata perubahan harga dari suatu barang dan jasa yang dikonsumsi oleh rumah tangga dalam kurun waktu tertentu (BPS, 2020).

b. Upah Minimum Kota/Kabupaten (X₂)

Upah Minimum Kota/Kabupaten (UMK) adalah suatu standar minimum yang digunakan oleh para pengusaha untuk memberikan upah kepada pegawai, karyawan, atau buruh di dalam lingkungan usaha atau kerjanya (BPS, 2020).

c. Produk Domestik Regional Bruto (X₃)

Produk domestik regional bruto dapat diartikan sebagai nilai barang dan jasa yang di produksi pada provinsi atau daerah kabupaten/kota dalam dalam satu tahun tertentu (Sukirno, 2016).

d. Teknik Analisis

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Melakukan analisis deskriptif terhadap peubah-peubah yang diduga mempengaruhi laju inflasi kota-kota di Pulau Jawa.

1. Melakukan uji asumsi regresi non linear.
2. Estimasi parameter model regresi terbaik.
3. Penentuan model regresi terbaik.
4. Optimasi estimasi parameter regresi non linear menggunakan algoritma genetika dengan langkah berikut:
 - a. Inisialisasi populasi dan representasi kromosom.
 - b. Membangkitkan populasi awal sebanyak N
 - c. Perhitungan dan evaluasi nilai fitness.
 - d. Melakukan proses selection.
 - e. Melakukan proses crossover.
 - f. Melakukan proses mutasi.
 - g. Elitisme kromosom yang memiliki nilai fitness terbaik.
 - h. Memperoleh populasi baru.
5. Memperoleh model akhir hasil optimasi algoritma genetika.
6. Membuat kesimpulan penelitian.

4. Hasil dan Pembahasan

1.1. Analisis Deskriptif

4.1.1. Tingkat Inflasi

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa rata-rata tingkat inflasi di 26 kota di Pulau Jawa sebesar 22,08% dengan standar deviasi sebesar 24,33%. Inflasi tertinggi sebesar 82% dan terendah (bahkan deflasi) sebesar 23%.

Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Peubah Tingkat Inflasi Tahun 2019

Min	Median	Standar Deviasi	Mean	Max
-0,2300	0,2150	0,2433	0,2208	0,8200

4.1.2. IHK

Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.2 diketahui bahwa rata-rata IHK di 26 kota di Pulau Jawa sebesar 136,9 dengan standar deviasi sebesar 5,05. IHK tertinggi sebesar 149,2 dan IHK terendah sebesar 130,5.

Tabel 4.2 Statistik Deskriptif Peubah IHK Tahun 2019

Min	Median	Standar Deviasi	Mean	Max
130,5	136,3	5,05	136,9	149,2

4.1.3. Upah Minimum Kota/Kabupaten

Berdasarkan Tabel 4.3 diketahui bahwa rata-rata upah minimum kota/kabupaten sebesar Rp. 2.719.686,00 dengan standar deviasi sebesar Rp. 910.190,70. Upah minimum kota/kabupaten tertinggi sebesar Rp. 4.229.756,00 berada dan upah minimum kota/kabupaten terendah sebesar Rp. 1.570.922,00.

Tabel 4.3 Statistik Deskriptif Peubah Upah Minimum Kota/Kabupaten Tahun 2019

Min	Median	Standar Deviasi	Mean	Max
1.570.922	2.251.334	910.190,7	2.719.686	4.229.756

4.1.4. Produk Domestik Regional Bruto

Berdasarkan Tabel 4.4 diketahui bahwa rata-rata produk domestik regional bruto sebesar Rp. 152.499 miliar dengan standar deviasi sebesar Rp. 356.261,6 miliar. Produk domestik regional bruto tertinggi sebesar Rp. 1.838.501 miliar dan produk domestik regional bruto terendah sebesar Rp. 8.340 miliar.

Tabel 4.4 Statistik Deskriptif Peubah Produk Domestik Regional Bruto Tahun 2019

Min	Median	Standar Deviasi	Mean	Max
8.340	53.273	356.261,6	152.499	1.838.501

a. Estimasi Parameter dan Penentuan Model Regresi yang Terbaik

4.2.1. Model Regresi Linear

Hasil analisis regresi linear melibatkan peubah bebas IHK, upah minimum kota/kabupaten, dan PDRB terhadap tingkat inflasi diperoleh hasil berikut:

$$\hat{Y} = -1,906 + 0,014X_1 + 0,068X_2 - 0,058X_3$$

Untuk mengetahui apakah koefisien yang ada dalam model linear secara serentak mempunyai pengaruh, maka akan dilakukan uji simultan. Adapun hipotesis dari uji simultan:

H0 : $\beta_1 = \beta_2 \dots = \beta_k = 0$

H1 : tidak semua $\beta_i = 0$

Tabel 4.5 ANOVA Model Regresi Linear

Sumber Keragaman	DK	JK	KT	F	P value
Regresi	3	0,3282	0,10941	2,09	0,131
Galat	22	1,1519	0,05236		
Total	25	1,4801			

Berdasarkan Tabel 4.5 didapatkan nilai F sebesar 2,09 lebih kecil dari $F_{(0,05;3;22)}$ sebesar 3,05 dan P value sebesar 0,131 lebih besar dari α (0,05) dapat disimpulkan bahwa terima H₀ yang berarti tidak ada peubah bebas yang berpengaruh signifikan terhadap tingkat inflasi.

4.2.2. Model Regresi Kuadratik

Hasil analisis regresi kuadratik melibatkan peubah bebas IHK, upah minimum kota/kabupaten, dan PDRB terhadap tingkat inflasi diperoleh hasil berikut:

$$\hat{Y} = 0,68 + 1,09X_1 + 0,058X_1^2 - 0,049X_2 - 0,641X_1X_2 - 0,116X_2^2 + 1,58X_3 + 4,35X_1X_3 - 2,17X_2X_3 - 0,071X_3^2$$

Untuk mengetahui apakah koefisien yang ada dalam model kuadratik secara serentak mempunyai pengaruh, maka akan dilakukan uji simultan. Adapun hipotesis dari uji simultan:

H0 : $\beta_1 = \beta_2 \dots = \beta_k = 0$

H1 : tidak semua $\beta_i = 0$

Tabel 4.6 ANOVA Model Regresi Kuadratik

Sumber Keragaman	DK	JK	KT	F	P value
Regresi	9	19,843	2,2048	6,841	0,004718
Galat	16	5,157	0,3223		
Total	25	25			

Berdasarkan Tabel 4.6 didapatkan nilai F sebesar 6,841 lebih besar dari $F_{(0,05;9;16)}$ sebesar 2,34 dan P value sebesar 0,004718 lebih kecil dari α (0,05) dapat disimpulkan bahwa tolak H₀ yang berarti terdapat minimal satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap tingkat inflasi sehingga akan dilakukan uji parsial untuk melihat peubah bebas yang memiliki pengaruh signifikan. Adapun hipotesis dari uji parsial:

H0 : $\beta_j = 0$

H1 : $\beta_j \neq 0$

Tabel 4.7 Signifikansi Parameter Model Regresi Kuadratik

Parameter	Estimasi	t	P value
Intercept	0,68	2,31	0,034
X ₁	1,09	4,10	0,0082
X ₁ ²	0,058	0,33	0,74
X ₂	-0,049	-0,17	0,86
X ₁ X ₂	-0,641	-2,72	0,014
X ₂ ²	-0,116	-0,48	0,63
X ₃	1,58	1,95	0,068
X ₁ X ₃	4,352	4,75	0,0021

X_2X_3	-2,171	-2,64	0,017
X_3^2	-0,71	-0,45	0,65

4.2.3. Model Regresi Kubik

Hasil analisis regresi kubik melibatkan peubah bebas IHK, upah minimum kota/kabupaten, dan PDRB terhadap tingkat inflasi diperoleh hasil berikut:

$$\hat{Y} = 0,39 - 2,52X_1 + 3,51X_1^2 + 0,18X_1^3 + 2,17X_2 - 8,70X_1X_2 + 1,22X_1^2X_2 + 2,24X_2^2 + 0,98X_1X_2^2 - 1,54X_2^3 + 5,42X_3 + 10,99X_1X_3 + 14,35X_1^2X_3 - 11,65X_2X_3 - 33,40X_1X_2X_3 + 9,86X_2^2X_3 + 13,59X_3^2 + 25,98X_1X_3^2 - 23,64X_2X_3^2 + 2,02X_3^3$$

Untuk mengetahui apakah koefisien yang ada dalam model kubik secara serentak mempunyai pengaruh, maka akan dilakukan uji simultan. Adapun hipotesis dari uji simultan:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{Tidak semua } \beta_i = 0$$

Tabel 4.8 ANOVA Model Regresi Kubik

Sumber Keragaman	DK	JK	KT	F	P value
Regresi	19	23,778	1,2515	6,145	0,0163
Galat	6	1,222	0,2037		
Total	25	25			

Berdasarkan Tabel 4.8 didapatkan nilai F sebesar 6,145 lebih besar dari $F_{(0,05;19;6)}$ sebesar 2,95 dan P value sebesar 0,0163 lebih kecil dari α (0,05) dapat disimpulkan bahwa tolak H_0 yang berarti terdapat minimal satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap tingkat inflasi sehingga akan dilakukan uji parsial untuk melihat peubah bebas yang memiliki pengaruh signifikan. Adapun hipotesis dari uji parsial:

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

Tabel 4.9 Signifikansi Parameter Model Regresi Kubik

Parameter	Estimasi	t	P value
Intercept	0,39	0,48	0,64
X_1	-2,52	-1,04	0,33
X_1^2	3,51	0,80	0,45
X_1^3	0,18	0,27	0,78
X_2	2,17	1,04	0,33
X_1X_2	-8,70	-1,07	0,32
$X_1^2X_2$	1,22	0,56	0,59
X_2^2	2,24	0,65	0,53
$X_1X_2^2$	0,98	0,68	0,52
X_2^3	-1,54	-0,92	0,39
X_3	5,42	2,04	0,08
X_1X_3	10,99	1,58	0,16
$X_1^2X_3$	14,35	0,94	0,38
X_2X_3	-11,65	-0,89	0,40
$X_1X_2X_3$	-33,40	-1,02	0,34
$X_2^2X_3$	9,86	0,68	0,51
X_3^2	13,59	0,74	0,48
$X_1X_3^2$	25,98	0,91	0,39
$X_2X_3^2$	-23,64	-0,81	0,44
X_3^3	2,02	0,69	0,51

4.2.4. Penentuan Model Regresi Terbaik

Dalam menentukan model regresi yang terbaik, maka untuk setiap nilai R^2 adjusted dari model regresi akan dibandingkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Perbandingan Kebaikan Model Regresi

Model Regresi	Parameter	Peubah	Estimasi Parameter	Signifikansi	R^2	R^2 adjusted
Linear	β_{0_1}	Intercept	-1,906	Tidak Signifikan	22,1%	11,66%

Kuadratik	β_{1_1}	X_1	0,014	Tidak Signifikan	79,3%	67,77%
	β_{2_1}	X_2	0,0068	Tidak Signifikan		
	β_{3_1}	X_3	0,0058	Tidak Signifikan		
	β_{0_2}	<i>Intercept</i>	0,68	Signifikan		
	β_{1_2}	X_1	1,09	Signifikan		
	β_{2_2}	X_1^2	0,058	Tidak Signifikan		
	β_{3_2}	X_2	0,049	Tidak Signifikan		
	β_{4_2}	X_1X_2	0,641	Signifikan		
	β_{5_2}	X_2^2	-0,116	Tidak Signifikan		
	β_{6_2}	X_3	1,58	Tidak Signifikan		
Kubik	β_{7_2}	X_1X_3	4,352	Signifikan	95,1%	79,63%
	β_{8_2}	X_2X_3	2,171	Signifikan		
	β_{9_2}	X_3^2	-0,071	Tidak Signifikan		
	β_{0_3}	<i>Intercept</i>	0,39	Tidak Signifikan		
	β_{1_3}	X_1	-2,52	Tidak Signifikan		
	β_{2_3}	X_1^2	3,51	Tidak Signifikan		
	β_{3_3}	X_1^3	0,18	Tidak Signifikan		
	β_{4_3}	X_2	2,17	Tidak Signifikan		
	β_{5_3}	X_1X_2	-8,70	Tidak Signifikan		
	β_{6_3}	$X_1^2X_2$	1,22	Tidak Signifikan		
	β_{7_3}	X_2^2	2,24	Tidak Signifikan		
	β_{8_3}	$X_1X_2^2$	0,98	Tidak Signifikan		
	β_{9_3}	X_2^3	-1,54	Tidak Signifikan		
	β_{10_3}	X_3	5,42	Tidak Signifikan		
	β_{11_3}	X_1X_3	10,99	Tidak Signifikan		
	β_{12_3}	$X_1^2X_3$	14,35	Tidak Signifikan		
	β_{13_3}	X_2X_3	-11,65	Tidak Signifikan		
	β_{14_3}	$X_1X_2X_3$	-33,40	Tidak Signifikan		
	β_{15_3}	$X_2^2X_3$	9,86	Tidak Signifikan		
β_{16_3}	X_3^2	13,59	Tidak Signifikan			
β_{17_3}	$X_1X_3^2$	25,98	Tidak Signifikan			
β_{18_3}	$X_2X_3^2$	-23,64	Tidak Signifikan			
β_{19_3}	X_3^3	2,022	Tidak Signifikan			

Berdasarkan Tabel 4.10 didapatkan model regresi kubik memiliki nilai kebaikan model terbaik dengan R^2 adjusted sebesar 79,63% akan tetapi model ini tidak memiliki parameter yang signifikan sehingga model regresi kuadratik yang terpilih untuk dioptimasi menggunakan algoritma genetika.

b. Model Regresi Non Linear dengan Optimasi Algoritma Genetika

4.3.1. Inisialisasi Populasi dan Representasi

Model regresi non linear dengan optimasi algoritma genetika diawali dengan tahapan inisialisasi populasi dengan nilai estimasi parameter dari model regresi kuadratik yang diketahui sebagai model yang terbaik dalam menunjukkan hubungan non linear antara peubah terikat terhadap peubah bebas. Nilai yang akan dijadikan sebagai inisialisasi sekaligus representasi kromosom merupakan parameter dari model regresi kuadratik:

$$\hat{Y} = 0,68 + 1,09X_1 + 0,058X_1^2 - 0,049X_2 - 0,641X_1X_2 - 0,116X_2^2 + 1,58X_3 + 4,35X_1X_3 - 2,17X_2X_3 - 0,071X_3^2$$

4.3.2. Nilai Fitness

Dalam algoritma genetika nilai *fitness* merupakan nilai yang menyatakan kebaikan dari suatu individu yang kemudian menjadi acuan dalam memperoleh nilai optimum. Dalam tahapan-tahapan algoritma genetika nilai *fitness* berperan dalam menentukan hasil dari seleksi, *crossover*, mutasi, elitisme, dan penggantian populasi. Nilai *fitness* pada representasi kromosom dengan 1000 iterasi dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Nilai *Fitness*

Populasi	Iterasi	Mean	Nilai <i>Fitness</i>
1	1	-249,499	-14,131

2	2	-132,239	-10,175
3	3	-82,171	-8,431
.	.	.	.
.	.	.	.
1000	1000	-9,322	-5,156

Berdasarkan Tabel 4.11 didapatkan nilai *fitness* dari iterasi pertama sebesar -14,131 kemudian pada iterasi ke 100 nilai *fitness* menjadi -5,156 hal ini menunjukkan bahwa fungsi *fitness* pada *software* R Studio bertujuan untuk meminimumkan kesalahan pada tiap generasi. Dalam proses iterasi algoritma genetika nilai *fitness* dari kromosom terus dioptimasi hingga memperoleh nilai yang terbaik.

4.3.3. Komponen Algoritma Genetika

Algoritma genetika memiliki beberapa komponen dalam melakukan mengoptimasi. Penelitian ini menggunakan *software* R Studio dalam tahapan optimasi algoritma genetika. Hasil dari tahapan algoritma genetika dapat dilihat pada Tabel 4.12.

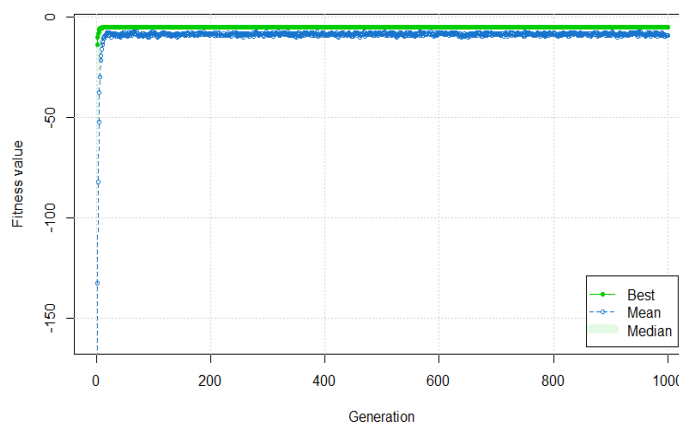
Tabel 4.12 Komponen Algoritma Genetika

<i>Ga Settings</i>	
Type	Real-Valued
Population Size	1000
Number of Generations	1000
Elitism	50
Crossover Probability	0,8
Mutation Probability	0,1

Berdasarkan Tabel 4.12 didapatkan skema pengkodean yang digunakan merupakan skema *Real-Valued*. *Real-Valued* merupakan teknik pengkodean bilangan asli berdasarkan data. Skema ini digunakan untuk masalah pengoptimalan peubah atau parameter yang direpresentasikan ke dalam *Floating-Point* merupakan bilang asli. Ukuran populasi yang dibangkitkan pada penelitian ini sebanyak 1000 dengan jumlah generasi sebanyak 1000. Peluang pindah silang (P_s) ditetapkan sebesar 0,8. Peluang mutasi (P_{mut}) pada kromosom ditetapkan sebesar 0,1. Elitisme dari *software* R ditetapkan 5% individu teratas akan bertahan di setiap iterasi dan untuk hasil dari elitisme sebanyak 50.

4.3.4. Estimasi Parameter Model Regresi Non Linear Menggunakan Algoritma Genetika

Hasil dari tahapan algoritma genetika berupa nilai *fitness* yang telah konvergen dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Plot Nilai *Fitness*

Berdasarkan Gambar 4.1 diketahui bahwa dengan membangkitkan populasi sebanyak 1000 dengan iterasi sebanyak 1000, nilai *fitness* yang terbaik yang diperoleh sebesar -5,156. Solusi yang memenuhi dalam optimasi parameter menggunakan algoritma genetika dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$\hat{Y} = 0,69 + 1,09X_1 + 0,059X_1^2 - 0,056X_2 - 0,642X_1X_2 - 0,113X_2^2 + 1,60X_3 + 4,35X_1X_3 - 2,19X_2X_3 - 0,071X_3^2$$

Dalam melihat perbedaan kebaikan model sebelum dan setelah dioptimasi dapat dilihat pada Tabel 4.13

Tabel 4.13 Perbandingan Kebaikan Model

Model	Persamaan	RMSE
Model 1	$\hat{Y} = 0,68 + 1,09X_1 + 0,058X_1^2 - 0,049X_2 - 0,641X_1X_2 - 0,116X_2^2 + 1,58X_3 + 4,35X_1X_3 - 2,17X_2X_3 - 0,071X_3^2$	0,445
Model 2	$\hat{Y} = 0,69 + 1,09X_1 + 0,059X_1^2 - 0,056X_2 - 0,642X_1X_2 - 0,113X_2^2 + 1,60X_3 + 4,35X_1X_3 - 2,19X_2X_3 - 0,071X_3^2$	0,445

Catatan: Model 1 = model kuadratik sebelum optimasi

Model 2 = model kuadratik setelah optimasi

Berdasarkan Tabel 4.13 didapatkan model 1 merupakan regresi kuadratik sebelum optimasi yang memiliki nilai RMSE sebesar 0,445 sedangkan untuk model 2 merupakan regresi kuadratik hasil optimasi menggunakan algoritma genetika memiliki nilai RMSE sebesar 0,445. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan algoritma genetika belum mampu mengoptimasi parameter dari regresi kuadratik pada penelitian ini, dilihat dari nilai RMSE yang sama.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Indeks harga konsumen (X_1), upah minimum kota/kabupaten (X_2), produk domestik regional bruto (X_3) merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat inflasi (Y) dengan model regresi terbaik yaitu:

$\hat{Y} = 0,68 + 1,09X_1 + 0,058X_1^2 - 0,049X_2 - 0,641X_1X_2 - 0,116X_2^2 + 1,58X_3 + 4,35X_1X_3 - 2,17X_2X_3 - 0,071X_3^2$
kemudian dengan menggunakan algoritma genetika pada model regresi non linear terbaik untuk pemodelan laju inflasi di 26 kota di Pulau Jawa didapatkan yaitu:

$\hat{Y} = 0,69 + 1,09X_1 + 0,059X_1^2 - 0,056X_2 - 0,642X_1X_2 - 0,113X_2^2 + 1,60X_3 + 4,35X_1X_3 - 2,19X_2X_3 - 0,071X_3^2$
dengan nilai RMSE pada model regresi non linear terbaik menggunakan algoritma genetika sebesar 0,445.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyarankan untuk melakukan penelitian menggunakan algoritma genetika pada bidang lain. Membahas lebih lanjut model regresi non linear yang lain, seperti eksponensial, logaritma, *reciprocal*, *inverse*, dst. Menggunakan metode algoritma lain dalam mengoptimasi parameter, seperti algoritma *Levenberg-Marquardt*.

References

- Alterra. (2020, September 21). *UMP, UMK, dan UMR Setiap Daerah di Tahun 2019*. Diambil kembali <https://www.alterra.id/>: <https://bills.alterra.id/ump-umk-umr-2019/>
- BPS. (2020, Januari 5). *Badan Pusat Statistik Inflasi*. Diambil kembali Februari 17, 2020, dari [Bps.go.id: https://www.bps.go.id/subject/3/inflasi.html#subjekViewTab1](https://www.bps.go.id/subject/3/inflasi.html#subjekViewTab1)
- BPS. (2020, September 21). *Provinsi Banten Dalam Angka 2020*. Diambil kembali dari <https://banten.bps.go.id/>: <https://banten.bps.go.id/publication/2020/04/27/41c9192acf8b24ecbaa2d8e5/provinsi-banten-dalam-angka-2020.html>
- BPS. (2020, September 21). *Provinsi DI Yogyakarta Dalam Angka 2020*. Diambil kembali dari <https://yogyakarta.bps.go.id/>: <https://yogyakarta.bps.go.id/publication/2020/04/27/f05ad6d5e9b43de46673d003/provinsi-di-yogyakarta-dalam-angka-2020.html>
- BPS. (2020, September 21). *Provinsi DKI Jakarta Dalam Angka 2020*. Diambil kembali dari <https://jakarta.bps.go.id/>: <https://jakarta.bps.go.id/publication/2020/04/27/20f5a58abcb80a0ad2a88725/provinsi-dki-jakarta-dalam-angka-2020.html>
- BPS. (2020, September 21). *Provinsi Jawa Barat Dalam Angka 2020*. Diambil kembali dari <https://jabar.bps.go.id/>: <https://jabar.bps.go.id/publication/>

2020/04/27/cfab9a400cf304f800182a5f/provinsi-jawa-barat-dalam-angka-2020.html

- BPS. (2020, 21 September). *Provinsi Jawa Tengah Dalam Angka 2020*. Diambil kembali dari <https://jateng.bps.go.id/https://jateng.bps.go.id/publication/2020/04/27/b96a0d5f63de624aa600934d/provinsi-jawa-tengah-dalam-angka-2020.html>
- BPS. (2020, September 21). *Provinsi Jawa Timur Dalam Angka 2020*. Diambil kembali dari <https://jatim.bps.go.id/https://jatim.bps.go.id/publication/2020/05/19/6225e5df323aa13d4fb1e4f4/provinsi-jawa-timur-dalam-angka-2020.html>
- BPS. (2020, September 27). Diambil kembali dari <https://sirusa.bps.go.id/sirusa/https://sirusa.bps.go.id/sirusa/index.php/peubah/7694>
- Christian Ritz, & Streibig, J. C. (2008). *Nonlinear Regression with R*. New York: Springer.
- Firdaus, M. (2019). *Ekonometrika: Suatu Pendekatan Aplikatif*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Gujarati, D. N. (2003). *Basics Econometrics Fourth Edition*. New York: McGraw Hill International.
- Halim, M. A. (2018). *Teori Ekonomi Makro Edisi 3*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Hastuti, D. P. (2017). *Pemodelan Indeks Ketahanan Pangan Beras Di Jawa Timur Menggunakan Regresi Non Linear Dan Algoritma Genetika*.
- Jadaan, O. A., Rajamani, L., & Rao, C. R. (2008). Improved Selection Operator for GA. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology (JATIT)*.
- Kuncoro, M. (2015). *Mudah Memahami dan Menganalisis Indikator Ekonomi*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- Kurniawan, R. & Yuniarto, B., 2016. *Analisis Regresi Dasar dan Penerapannya dengan R*. Depok: PRENADAMEDIA GROUP.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). *Introduction to Linear Regression Analysis Fifth Edition*. Canada: John Willey and Sons, Inc.
- Naftali, Y. (2014). *Analisis Nonlinear Faktor Ekonomi dan Faktor Non Ekonomi Terhadap IHSG di Bursa Efek Indonesia dengan Metode Algoritma Genetika*.
- Sudjana. (1986). *Metoda Statistika*. Bandung: TARSITO.
- Sukirno, S. (2004). *Makro Ekonomi Teori Pengantar Edisi 3*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Sukirno, S. (2016). *Makroekonomi Modern Perkembangan Pemikiran dari Klasik Hingga Keynesian Baru*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Sukirno, S. (2016). *Makroekonomi Teori Pengantar*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Suyanto. (2005). *Algoritma Genetika 9dalam MATLAB*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Tiro, M. A. (2011). *Analisis Regresi dengan Data Kategori*. Makassar: Andira Publisher.
- Yuliana, M. (2014). *Kecerdasan Buatan*. Surabaya: PENS Lecturer.