

---

## PENGUJIAN HIPOTESIS SIMULTAN MODEL REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE TRUNCATED DALAM PEMODELAN KASUS EKONOMI (Studi Kasus: *Gini Ratio* Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017)

Andrea Tri Rian Dani<sup>1</sup>, Narita Yuri Adrianingsih<sup>2</sup>, Alifta Ainurrochmah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Departemen Statistika, FSAD, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

e-mail: [andrikadoko@gmail.com](mailto:andrikadoko@gmail.com)

---

### Abstrak

Pola dalam suatu hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor ada yang dapat diketahui dan ada yang tidak dapat diketahui. Dalam menentukan pola hubungan yang tidak diketahui dapat menggunakan pendekatan regresi nonparametrik. Pendekatan regresi nonparametrik sangat fleksibel. Salah satu pendekatan regresi nonparametrik yang sangat sering digunakan adalah *spline truncated*. *Spline truncated* merupakan potongan-potongan polinomial yang memiliki sifat tersegmen dan bersifat kontinu. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan estimator model yang terbaik pada kasus *Gini Ratio* terhadap variabel yang diduga mempengaruhinya, kemudian melakukan pengujian hipotesis simultan pada model regresi nonparametrik. Adapun kriteria kebaikan model menggunakan nilai GCV dan  $R^2$ . Pada pemodelan kasus *Gini Ratio* Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur menggunakan pendekatan regresi nonparametrik, diperoleh bahwa estimator *spline truncated* dengan 3 titik knot memberikan hasil yang cukup baik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi dari estimator *spline truncated* adalah sebesar 84,76%. Berdasarkan hasil pengujian simultan didapatkan bahwa tingkat pengangguran terbuka, persentase penduduk miskin dan laju pertumbuhan ekonomi secara simultan memberikan pengaruh terhadap *Gini Ratio*.

**Kata Kunci:** *Gini Ratio*; Regresi Nonparametrik; *Spline Truncated*

---

---

### Abstract

The pattern in a relationship between the response variable and the predictor variable can be known and some cannot be known. In determining the unknown pattern of relationships, nonparametric regression approaches can be used. The nonparametric regression approach is very flexible. One of the most frequently used nonparametric regression approaches is the truncated spline. Truncated splines are polynomial pieces that are segmented and continuous. The purpose of this study is to obtain the best estimator model in the *Gini Ratio* case against the variables suspected of influencing it, then perform simultaneous hypothesis testing on the nonparametric regression model. The criteria for the goodness of the model use the GCV and  $R^2$  values. In the case modeling of the District / City *Gini Ratio* in East Java Province using a nonparametric regression approach, it was found that the truncated spline estimator with 3 knots points gave quite good results. This is indicated by the coefficient of determination of the truncated spline estimator, which is 84.76%. Based on the results of simultaneous testing, it was found that the open unemployment rate, the percentage of poor people and the rate of economic growth simultaneously had an influence on the *Gini Ratio*.

**Keywords:** *Gini Ratio*; Nonparametric Regression; *Spline Truncated*

---

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan merupakan suatu proses berkembangnya menjadi kondisi yang lebih baik dari sebelumnya. Aspek-aspek yang mempengaruhi pembangunan adalah sosial, ekonomi, dan politik. Diperlukan beberapa indikator untuk mengukur pembangunan di suatu daerah. Penggunaan indikatornya pun berbeda-beda untuk setiap daerah. Di daerah yang miskin, ukuran kemajuan dan pembangunan kemungkinan adalah kebutuhan dasar seperti listrik, layanan kesehatan, dan harga makanan pokok yang rendah. Sebaliknya, di daerah yang terpenuhi kebutuhannya, indikator pembangunannya adalah kebutuhan yang sekunder dan tersier (Tikson, 2005). Beberapa indikator ekonomi yang dapat digunakan oleh lembaga-lembaga internasional salah satunya adalah *Gini Ratio*.

Keberhasilan pembangunan manusia dapat dilihat dari aktivitas penduduk yang memberikan dukungan terhadap kenaikan indikator pembangunan manusia. Tingkat pendapatan seseorang dan distribusi pendapatan penduduk di suatu daerah mempengaruhi aktivitas penduduk untuk membelanjakan faktor-faktor yang berkaitan dengan indikator pembangunan manusia. Tingkat pendapatan penduduk di suatu daerah pun kenyataannya belum merata atau bisa dikatakan adanya suatu ketimpangan. Indeks yang digunakan untuk melihat ketimpangan ini bernama *Gini Ratio*.

Nilai *Gini Ratio* berkisar antara 0 dan 1. Jika bernilai 0 maka terdapat pemerataan pendapatan yang sempurna, sebaliknya jika bernilai 1 maka pemerataan penduduk sangat tidak merata. Aspek pemerataan ini merupakan aspek yang penting karena pemerataan hasil pembangunan adalah strategi dan tujuan pembangunan di Indonesia. Indikator ekonomi ini banyak dipengaruhi oleh beberapa variabel yang digolongkan dalam faktor sosial dan ekonomi diantaranya tingkat pengangguran terbuka, laju pertumbuhan ekonomi dan persentase penduduk miskin. Dalam penelitian ini variabel yang diduga mempengaruhi adalah tingkat pengangguran terbuka, laju pertumbuhan ekonomi dan persentase penduduk miskin serta variabel yang dipengaruhi adalah *Gini Ratio*.

Metode yang biasa digunakan untuk mengetahui pengaruh antara variabel prediktor terhadap variabel respon adalah analisis regresi. Analisis regresi adalah metode statistik yang digunakan untuk mengestimasi bentuk kurva regresi (Eubank, 1999). Terdapat 3 pendekatan dalam melakukan estimasi kurva regresi yaitu parametrik, nonparametrik dan semiparametrik. Beberapa tahun terakhir, pendekatan regresi nonparametrik menjadi alat yang sangat bermanfaat serta berguna dalam proses pemodelan para statistikawan (Memmedli dan Nizamitdinov, 2012). Beberapa penelitian sebelumnya yang membahas menggunakan pendekatan regresi nonparametrik adalah Fitriyani, dkk. (2016), Fernandes (2016), Damaliana, dkk. (2019) dan Setiawan, dkk. (2017).

Konsep dari regresi nonparametrik adalah mengasumsikan kurva regresi *smooth* (mulus) dalam arti termuat dalam suatu fungsi tertentu (Wahba, 1990). Pendekatan ini mempunyai fleksibilitas yang tinggi, dimana data diharapkan mampu mencari sendiri bentuk pola dari estimasinya, tanpa dipengaruhi oleh subjektivitas peneliti. Metode yang telah banyak digunakan dalam pemodelan regresi nonparametrik adalah *spline truncated* (Budiantara, 2019).

*Spline Truncated* mampu menangani karakteristik data yang memiliki perilaku berubah-ubah pada sub-sub interval tertentu. Selain itu, kelebihan dari *spline* adalah mempunyai interpretasi statistik yang sederhana serta memiliki penyajian visual yang sangat baik. Penelitian-penelitian sebelumnya yang membahas tentang *spline truncated* diantaranya dilakukan oleh Budiantara, dkk. (2011), Pratiwi (2017), Suparti, dkk. (2018), Yanthi dan Budiantara (2016) dan Astiti, dkk. (2016)

Berdasarkan paparan dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menggunakan pendekatan regresi nonparametrik. Peneliti tertarik untuk memodelkan kasus *Gini Ratio* Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017 dengan pendekatan regresi nonparametrik. Dengan alasan, pada penelitian ini pola diagram pencar antara *Gini Ratio* dengan masing-masing variabel prediktor yang di duga mempengaruhinya memperlihatkan adanya kecenderungan pola yang berubah-ubah pada sub-sub interval tertentu. Sehingga akan lebih tepat jika di dekati dengan pendekatan regresi nonparametrik dengan estimator *spline truncated*. Selanjutnya akan dilakukan pengujian simultan terhadap model regresi nonparametrik guna mengetahui apakah variabel prediktor yang digunakan memberikan pengaruh atau tidak terhadap variabel respon (*Gini Ratio*).

## 2. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini akan dibahas mengenai sumber data, variabel penelitian, definisi operasional serta tahapan analisis data untuk menyelesaikan permasalahan mengenai *Gini Ratio* Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017.

### 2.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder Tahun 2017 yang dipublikasikan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) di website resminya yaitu [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). Unit observasinya adalah Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur sebanyak 38 Kabupaten/Kota.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel respon dan variabel prediktor. Dalam penelitian ini digunakan satu variabel respon dan tiga variabel prediktor. Variabel-variabel yang digunakan disajikan pada Tabel 1:

**Tabel 1** Variabel Penelitian

Variabel	Simbol Variabel	Deskripsi
Respon	$y$	<i>Gini Ratio</i>
Prediktor	$x_1$	Tingkat Pengangguran Terbuka
	$x_2$	Persentase Penduduk Miskin
	$x_3$	Laju Pertumbuhan Ekonomi

Definisi operasional dari variabel-variabel penelitian sebagai berikut:

1. *Gini Ratio* merupakan indeks yang digunakan untuk melihat ketimpangan, dengan kata lain digunakan untuk mengukur derajat ketidakmerataan pendapatan atau distribusi pendapatan yang nilainya berkisar antara 0 hingga 1.
2. Tingkat Pengangguran Terbuka adalah persentase jumlah pengangguran terhadap jumlah angkatan kerja.
3. Persentase Penduduk Miskin adalah persentase penduduk yang berada dibawah garis kemiskinan. Merupakan besaran angka penduduk yang penghasilannya atau konsumsinya dibawah garis kemiskinan.
4. Laju Pertumbuhan Ekonomi menunjukkan pertumbuhan produksi barang dan jasa di suatu wilayah perekonomian dalam selang waktu tertentu.

## 2.2 Tahapan Analisis Data

Berikut adalah tahapan pemodelan regresi nonparametrik dengan pendekatan *spline truncated*:

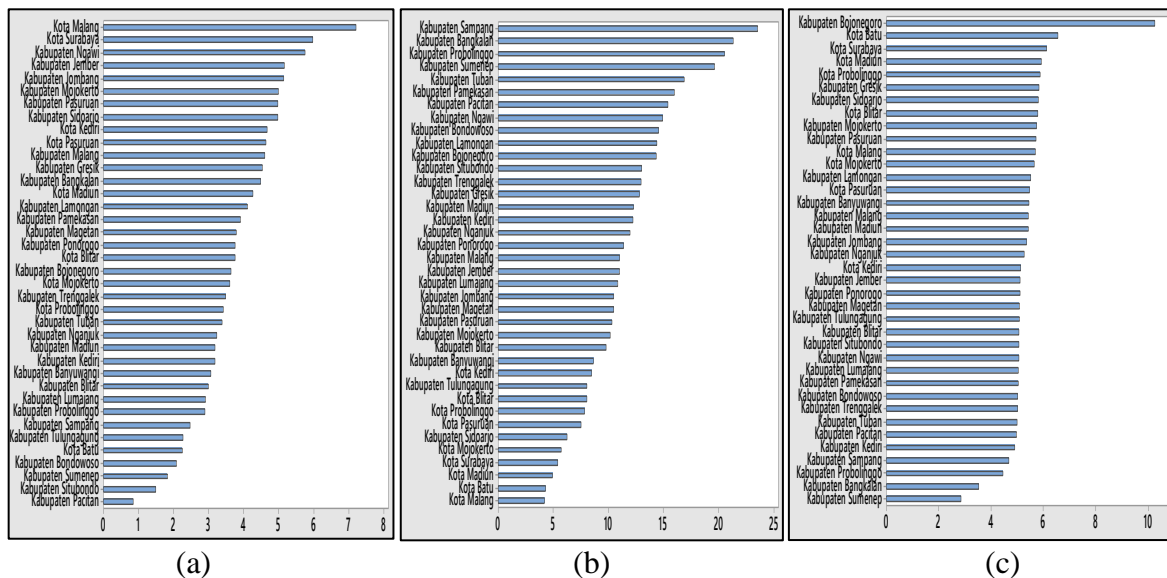
1. Melakukan identifikasi untuk setiap variabel penelitian berdasarkan statistika deskriptif.
2. Membuat diagram pencar (*scatter plot*) antara variabel respon ( $y_i$ ) dengan masing-masing variabel prediktor.
3. Memodelkan data *Gini Ratio* Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017 dengan model regresi nonparametrik *spline truncated*.
4. Banyaknya titik knot yang akan dicobakan adalah 1 hingga 3 titik knot untuk masing-masing variabel prediktor.
5. Menentukan banyaknya titik knot yang optimal (1 hingga 3) yang meminimumkan nilai GCV dan memiliki nilai  $R^2$  terbesar sehingga dapat dianggap sebagai model terbaik.
6. Melakukan pengujian signifikansi parameter secara simultan berdasarkan model terbaik.
7. Membuat visualisasi antara  $y$  aktual dengan  $y$  hat yang didapatkan dari model regresi nonparametrik *spline truncated* terbaik.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas mengenai hasil dari proses pemodelan dengan menggunakan regresi nonparametrik *spline truncated* yang diterapkan pada kasus *Gini Ratio* Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017.

### 3.1 Statistika Deskriptif

Pada bagian ini akan ditampilkan statistika deskriptif guna memberikan informasi awal dari masing-masing variabel yang digunakan.



**Gambar 3** Diagram Batang dari Variabel Prediktor

Variabel  $X_1$  merupakan Tingkat Pengangguran Terbuka, dapat diketahui Kota Malang merupakan daerah yang memiliki Tingkat Pengangguran Terbuka tertinggi, sedangkan

Kabupaten Pacitan merupakan daerah yang memiliki Tingkat Pengangguran Terbuka terendah. Rata-rata Tingkat Pengangguran Terbuka dari 38 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur adalah sebesar 3,76.

Variabel  $X_2$  merupakan Persentase Penduduk Miskin, dapat diketahui Kabupaten Sampang merupakan daerah yang memiliki Persentase Penduduk Miskin tertinggi, sedangkan Kota Malang merupakan daerah yang memiliki Persentase Penduduk Miskin terendah. Rata-rata Persentase Penduduk Miskin dari 38 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur adalah sebesar 11,63%.

Variabel  $X_3$  merupakan Laju Pertumbuhan Ekonomi, dapat diketahui Kabupaten Bojonegoro merupakan daerah yang memiliki Laju Pertumbuhan Ekonomi tertinggi, sedangkan Kabupaten Sumenep merupakan daerah yang memiliki Laju Pertumbuhan Ekonomi terendah. Rata-rata Laju Pertumbuhan Ekonomi dari 38 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur adalah sebesar 5,37.

Selanjutnya lebih lengkap ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2** Statistika Deskriptif dari Variabel Penelitian

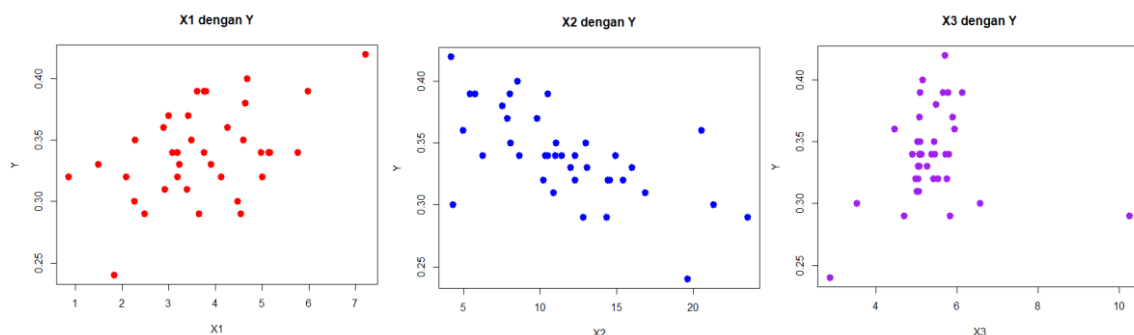
Variabel	N	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Standar Deviasi
$y$	38	0,24	0,42	0,34	0,03
$x_1$	38	0,85	7,22	3,76	1,31
$x_2$	38	4,17	23,56	11,63	4,72
$x_3$	38	2,86	10,26	5,37	1,01

Statistika deskriptif yang ditampilkan pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa masing-masing Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur memiliki karakteristik yang berbeda-beda untuk semua variabel prediktornya.

Sebagai contoh untuk variabel respon yaitu *Gini Ratio*, Kabupaten Sumenep merupakan daerah yang memiliki *Gini Ratio* terendah, yaitu sebesar 0,24. Akan tetapi Kota Malang merupakan daerah yang memiliki *Gini Ratio* tertinggi, yaitu sebesar 0,42 dengan rata-rata *Gini Ratio* dari ke 38 Kabupaten/Kota adalah sebesar 0,34.

### 3.2 Diagram Pencar Variabel Respon dengan Variabel Prediktor

Selanjutnya untuk melihat pola hubungan antara variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor dapat dilihat dari diagram pencar. Hasil diagram pencar untuk masing-masing variabel respon dengan variabel prediktor adalah sebagai berikut:



**Gambar 4** Diagram Pencar antara Variabel Respon dengan Variabel Prediktor

Berdasarkan Gambar 4, terlihat pola hubungan antara *Gini Ratio* (Y) terhadap ke tiga variabel prediktor. Dari gambar, menunjukkan adanya kecenderungan pola yang berubah-ubah pada sub-sub interval tertentu. Sehingga dengan pola data yang demikian, kurang tepat apabila didekati dengan menggunakan regresi parametrik.

Pola hubungan antara variabel respon yaitu *Gini Ratio* (Y) terhadap ke tiga variabel prediktor akan di dekati dengan pendekatan regresi nonparametrik. Estimator yang digunakan pada penelitian ini adalah *spline truncated*.

### 3.3 Pemodelan Regresi Nonparametrik dengan Estimator *Spline Truncated*

Langkah awal yang dilakukan adalah menentukan banyaknya titik knot serta lokasi dimana titik knot yang optimal berada sedemikian sehingga akan menghasilkan nilai GCV yang minimum.

Penelitian ini menggunakan banyaknya titik knot dengan jumlah yang sama untuk setiap variabel prediktor yang digunakan yaitu 1 sampai dengan 3 titik knot untuk estimator *spline truncated*. Banyaknya titik knot yang akan dicobakan dibatasi pada penelitian ini. Apabila dicobakan lebih dari 3, maka tentunya berdampak pada model yang akan memuat banyak parameter, sehingga didapat model yang tidak parsimoni. Selain itu jumlah titik knot yang berlebihan akan menghasilkan model dengan osilasi yang tinggi. Model yang tidak parsimoni dan memiliki osilasi yang tinggi tidak direkomendasikan dalam sebuah pemodelan (Budiantara, 2019).

Adapun hasil yang didapatkan dari proses pemodelan *Gini Ratio* (Y) terhadap variabel prediktor menggunakan estimator *spline truncated* sebagai berikut:

**Tabel 3** Hasil Pemilihan Titik Knot Optimal

Banyaknya Titik Knot	Knot Optimal			GCV	R <sup>2</sup>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>		
1	1,76	6,94	3,92	0,00075	61,55
2	2,36	8,79	4,62	0,00052	78,29
	3,28	11,55	5,68		
3	<b>2,06</b>	<b>7,86</b>	<b>4,27</b>	<b>0,00045</b>	<b>84,76</b>
	<b>3,58</b>	<b>12,48</b>	<b>6,03</b>		
	<b>5,09</b>	<b>17,09</b>	<b>7,79</b>		

Berdasarkan hasil analisis, nilai GCV minimum dan Koefisien Determinasi terbesar didapatkan saat banyaknya titik knot adalah 3. Berikut selanjutnya disajikan persamaan regresi nonparametrik *spline truncated* dengan 3 titik knot

$$\begin{aligned} \hat{y} = & 0,19 - 0,02x_1 + 0,00x_2 + 0,06x_3 + \\ & 0,05(x_1 - 2,06)_+ - 0,04(x_1 - 3,58)_+ + 0,04(x_1 - 5,09)_+ - \\ & 0,01(x_2 - 7,86)_+ + 0,01(x_2 - 12,48)_+ + 0,00(x_2 - 17,09)_+ - \\ & 0,10(x_3 - 4,27)_+ + 0,00(x_3 - 6,03)_+ + 0,05(x_3 - 7,79)_+ \end{aligned}$$

Didapatkan nilai R<sup>2</sup> dari model regresi nonparametrik sebesar 84,76%.

### 3.4 Pengujian Parameter Model secara Serentak

Berdasarkan hasil pemilihan titik knot optimal, maka selanjutnya akan dilakukan estimasi dan pengujian parameter secara serentak. Adapun hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:



$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{12} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, 12$$

Kemudian hasil pengujian simultan model regresi nonparametrik *spline truncated* disajikan pada Tabel berikut:

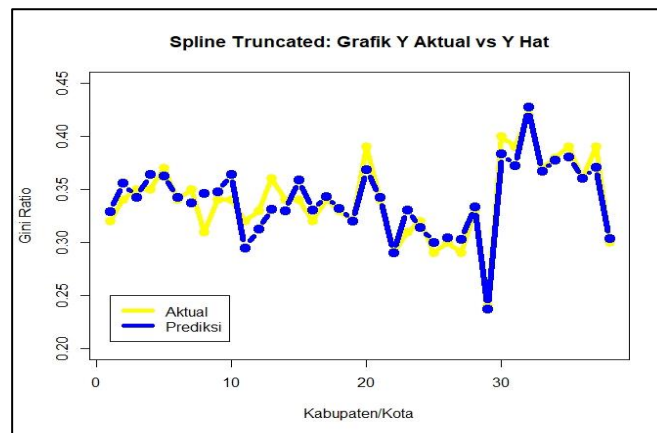
**Tabel 4** Hasil Pengujian Simultan Model Regresi Nonparametrik

Sumber	DF	SS	MS	F <sub>hitung</sub>	P-value
Regresi	12	0,0417	0,0034	17,61	0,0000
Error	25	0,0075	0,0001		
Total	25	0,0492			

Berdasarkan uji simultan (serentak) menggunakan statistik uji F, dengan  $H_0$  adalah (variabel prediktor secara simultan tidak berpengaruh terhadap variabel respon Y) dan hipotesis alternatif atau disebut  $H_1$  adalah (variabel prediktor secara simultan berpengaruh terhadap variabel respon Y), didapat nilai *p-value* sebesar 0,000 dimana lebih kecil dari nilai  $\alpha = 0,05$  dan atau  $F_{hitung}=17,61$  lebih besar dari  $F_{(0,05,12,25)} = 2,16$  sehingga diputuskan tolak  $H_0$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel prediktor secara simultan berpengaruh terhadap variabel respon Y.

### 3.5 Pembahasan

Berdasarkan hasil pemodelan menggunakan pendekatan regresi nonparametrik dengan estimator *spline truncated* menggunakan 3 titik knot, diperoleh nilai koefisien determinasi sebesar 84,76%. Hal ini berarti model regresi nonparametrik dengan pendekatan *spline truncated* mampu menjelaskan pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respon yaitu *Gini Ratio* sebesar 84,76%.



**Gambar 5** Grafik Perbandingan Aktual vs Prediksi dari Model

Model regresi nonparametrik dengan pendekatan *spline truncated* dapat digunakan untuk memprediksi suatu nilai dari variabel respon berdasarkan variabel prediktor. Adapun visualisasi antara *y* aktual dengan *y* hat dari model regresi nonparametrik *spline truncated* ditampilkan pada Gambar 5.

Berdasarkan gambar diatas, diketahui bahwa hasil prediksi dengan menggunakan model regresi nonparametrik dengan pendekatan *spline truncated* cenderung mengikuti pola

data aktual, yang artinya model yang dibangun ini bisa dijadikan pertimbangan guna mengambil keputusan di masa yang akan datang.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pemodelan kasus *Gini Ratio* Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur menggunakan pendekatan regresi nonparametrik, diperoleh bahwa estimator *spline truncated* dengan 3 titik knot memberikan hasil yang cukup baik. Hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi dari estimator *spline truncated* adalah 84,76%.
2. Berdasarkan hasil pengujian simultan, diperoleh hasil nilai *p-value* sebesar 0,000 dimana lebih kecil dari nilai  $\alpha = 0,05$  dan atau  $F_{hitung}=17,61$  lebih besar dari  $F_{(0,05,12,25)} = 2,16$  sehingga diputuskan tolak  $H_0$ . Artinya variabel prediktor secara simultan berpengaruh terhadap variabel respon Y, dengan kata lain tingkat pengangguran terbuka (TPT), persentase penduduk miskin dan laju pertumbuhan ekonomi berpengaruh secara simultan terhadap *Gini Ratio* di Provinsi Jawa Timur.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Astiti, D. A.W., Sumarjaya, I. W., and Susilawati, M. (2016), "Analisis Regresi Nonparametrik Spline Multivariat untuk Pemodelan Indikator Kemiskinan di Indonesia," *E-Jurnal Matematika*, Vol. 05, pp. 111-116.
- Badan Pusat Statistik. (2016). *Analisis Kemiskinan, Ketenagakerjaan, dan Distribusi Pendapatan*. Jakarta: BPS.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Laju Pertumbuhan Ekonomi PDB/PDRB*. Available: [<https://sirusa.bps.go.id/sirusa/index.php/indikator/3>].
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Tingkat Pengangguran Terbuka*. Available: [<https://sirusa.bps.go.id/sirusa/index.php/indikator/44>].
- Budiantara I. N., Ratna, M., Zain, I. and Wibowo, W., (2011), "Infants Weight Growth Model in Surabaya (Indonesia) by Using Weighted Spline Regression," *International Journal of Basic & Applied Sciences 11*, pp 151-155.
- Budiantara, I. N. (2019), *Regresi Nonparametrik Spline Truncated*, Surabaya: ITS Press.
- Damaliana, A. T., Budiantara, I. N., and Ratnasari, V. (2019), "Comparing between m-GCV and a-GCV Methods to Choose the Optimal Knot Points in Semiparametric Regression with Spline Truncated Using Longitudinal Data," *9th Annual Basic Science International Conference*. IOP Publishing, pp. 01-10.
- Eubank, R. L. (1999), *Nonparametrik Regression and Spline Smoothing* Edition 2, New York: Marcel Dekker.
- Fernandes, A. A. R. (2016), "Truncated Spline for Estimating the Curve of Nonparametric Regression Bi-Responses for Prediction the Inflation and Economic Growth in Malang Indonesia 2001-2005," *International Journal of Social Relevance & Concern*, Vol. 05, pp. 26-32.



- Fitriyani, N., Budiantara, I. N., Zain, I., and Ratnasari, V. (2016), "Nonparametric Regression Spline in The Estimation of The Average Number of Children Born Alive Per Woman," *The 1st International Conference on Science and Technology*, pp. 169-172.
- Memmedli, M. and Nizamitdinov, A. (2012), "An Application of Various Nonparametric Techniques by Nonparametric Regression Splines," *The International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*, Vol. 06, pp. 106-112.
- Pratiwi, L. P. S. (2017), "Pemodelan Spline Truncated dalam Regresi Nonparametrik Birespon", Makalah Peserta pada Konferensi Nasional Sistem dan Informatika 2017, STMIK STIKOM Bali, Denpasar.
- Setiawan, R. N. S., Budiantara, I. N, and Ratnasari, V. (2017), "Application of Confidence Intervals for Parameters of Nonparametrik Spline Truncated Regression on Index Development Gender in East Java," *Journal of Science*, Vol. 02, No. 3, pp. 49-55.
- Suparti, Prahutama, A., and Santoso, R., (2018), "Mix Local Polynomial and Spline Truncated: The Development of Nonparametric Regression Model," *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1025 012102*.
- Tikson, Deddy T. (2005), *Teori Pembangunan di Indonesia, Malaysia dan Thailand*, Makassar: Innawa.
- Wahba, G. (1990), *Spline Models for Observational Data*, Pennsylvania: SIAM.
- Yanthi, N. P. D., and Budiantara, I. N. (2016), "Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline di Jawa Tengah," *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, Vol. 05, No. 02.