

PREDIKSI CADANGAN KLAIM ASURANSI PENDIDIKAN DENGAN PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK DERET FOURIER

M. Fariz Fadillah Mardianto^{1,2)}

¹⁾Departemen Matematika Universitas Airlangga Surabaya

²⁾Program Doktorat Departemen Matematika Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

m.fariz.fadillah.m@fst.unair.ac.id

Abstrak

Pendidikan adalah salah satu kebutuhan rohani manusia yang penting. Akhir-akhir ini, untuk menjamin kelancaran dana pendidikan, diterapkan sistem asuransi pembiayaan pendidikan anak. Secara Statistik, tren jumlah peserta asuransi pendidikan meningkat tiap tahunnya. Asuransi pendidikan memiliki karakteristik yang berbeda dengan asuransi yang lain. Karakteristik asuransi pendidikan adalah jumlah klaim pengguna dilakukan secara periodik, yaitu tiap pergantian semester dan tahun ajaran baru. Jumlah klaim terkait dengan cadangan klaim asuransi. Prediksi cadangan klaim penting dilakukan untuk perencanaan kebijakan perusahaan asuransi agar tidak mencapai defisit. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan dalam prediksi berdasarkan pendekatan regresi nonparametrik deret Fourier. Pendekatan ini sesuai karena secara matematis deret Fourier merupakan suatu fungsi periodik yang jika ditambahkan dengan fungsi linear, maka dapat mengakomodasi komponen tren dan musiman. Hasil dari penelitian ini adalah suatu model prediksi jumlah klaim asuransi pendidikan dengan kriteria kebaikan optimal yang didasarkan pada kesederhanaan model.

Kata Kunci: Asuransi Pendidikan; Deret Fourier; Jumlah Klaim; Regresi Nonparametrik.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu kebutuhan rohani manusia yang harus dipenuhi oleh setiap orang setinggi-tingginya. Untuk memperoleh pendidikan formal, khususnya pada jenjang menengah atas sampai perguruan tinggi diperlukan biaya yang besar. Salah satu solusi untuk menjamin kelancaran pembiayaan pendidikan menengah sampai pendidikan tinggi adalah dengan mengikuti asuransi pendidikan. Asuransipendidikan adalah asuransi jiwa dalam pelayanan terhadap pendidikan yang memberikan nilai pengembalian tunai atas setoran premi pada waktu yang telah disepakati oleh pihak tertanggung dan penanggung (Darmawi, 2006).

Di Indonesia, keberadaan asuransi pendidikan semakin berkembang. Sampai saat ini terdapat 17 asuransi pendidikan di Indonesia, 3 diantaranya dikelola oleh lembaga yang termasuk Badan Usaha Milik Negara (BUMN). Perkembangan asuransi pendidikan di Indonesia diikuti oleh perkembangan jumlah peserta yang bergabung. Peningkatan peserta asuransi pendidikan dipengaruhi oleh kebutuhan masyarakat akan pentingnya perlindungan finansial dari beban biaya pendidikan yang tiap tahun mengalami kenaikan. Asuransi pendidikan dapat memberikan kontribusi 3% sampai 20% dari total pendapatan premi yang dimiliki suatu perusahaan asuransi. Selain itu kenaikan pengguna asuransi pendidikan berakibat pada naiknya jumlah klaim yang harus dibayarkan. Sebagai contoh dalam asuransi pendidikan BNI Life, pada tahun 2017 terjadi peningkatan pengguna asuransi sebesar 15% dari 47.000 pengguna.

Kenaikan tersebut memberikan dampak pada jumlah klaim yang harus dibayarkan. Untuk bulan September 2017, terjadi kenaikan sebesar 32,5% jumlah klaim yang dibayarkan jika dibandingkan dengan bulan yang sama untuk tahun 2016 (Kulsum, 2017).

Peningkatan jumlah klaim dibayarkan yang lebih besar dibandingkan peningkatan jumlah pengguna asuransi pendidikan akan berdampak pada jumlah cadangan klaim. Jumlah cadangan klaim yang dikelola perusahaan asuransi disesuaikan dengan perkembangan jumlah klaim dari pengguna asuransi. Kerugian perusahaan asuransi, karena ketidak-tepatan dalam mengatur dana cadangan asuransi perlu dihindari (Ariasih dkk, 2015). Kerugian dan ketidak-lancaran dalam pembayaran klaim asuransi berakibat pada pengguna, dan perusahaan asuransi itu sendiri. Dengan demikian, melakukan prediksi besar cadangan klaim bulanan perusahaan asuransi berdasarkan karakteristik waktu merupakan salah satu solusi. Prediksi dilakukan dengan mengetahui pola periode terjadinya peningkatan jumlah klaim, dan penurunan jumlah klaim, selanjutnya dilakukan analisis Statistika berdasarkan data historis yang diperoleh.

Data jumlah dan cadangan klaim dalam asuransi pendidikan memiliki karakteristik tersendiri. Banyak sedikitnya jumlah klaim asuransi pendidikan merupakan kejadian yang periodik. Jumlah klaim asuransi pendidikan meningkat ketika terjadi pergantian semester, kemudian menurun dan meningkat secara signifikan ketika tahun ajaran baru dimulai. Pola-pola fluktuatif tersebut sesuai apabila dilakukan prediksi dengan menggunakan deret Fourier. Deret Fourier merupakan fungsi yang memiliki fleksibilitas dalam mendekati pola data yang fluktuatif, musiman dan berulang (Mardianto dan Budiantara, 2014). Proses pengulangan pola data terjadi pada nilai variabel dependen untuk variabel independen yang berbeda (Pane dkk, 2013).

Pada penelitian ini, cadangan klaim diprediksi berdasarkan waktu bulanan. Pendekatan regresi nonparametrik dengan estimator deret Fourier untuk data runtun waktu digunakan dalam penelitian ini. Regresi nonparametrik berkembang atas dasar tidak semua pola hubungan fungsional antara variabel independen terhadap variabel dependen cocok dimodelkan dengan regresi linear. Regresi nonparametrik merupakan solusi untuk pemodelan hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon yang tidak memenuhi asumsi *error*, banyak parameter yang tidak signifikan, dan koefisien determinasi yang tidak terlalu besar ketika dilakukan analisis regresi linear (Takezawa, 2006). Keunggulan regresi nonparametrik yaitu memiliki fleksibilitas yang tinggi. Fleksibilitas yang dimaksud adalah pola data yang tersebar pada *scatter plot* dapat menentukan bentuk kurva regresinya berdasarkan estimator-estimator dalam regresi nonparametrik. Salah satu estimator yang digunakan dalam regresi nonparametrik adalah deret Fourier (Bilodeau, 1992; Prahutama, 2013).

Regresi nonparametrik dengan estimator deret Fourier dalam penelitian ini diterapkan untuk data runtun waktu. Selama ini peramalan data runtun waktu, khususnya untuk data berpola kombinasi tren dan musiman seperti cadangan klaim asuransi pendidikan dengan metode peramalan runtun waktu yang sering digunakan, terikat asumsi-asumsi yang harus dipenuhi (Bloomfield, 2000). Jika tidak memenuhi asumsi-asumsi yang ada, proses peramalan menjadi lebih lama. Penelitian ini memberikan pendekatan alternatif untuk memprediksi data

cadangan klaim dalam runtun waktu bulanan yang memiliki pola kombinasi tren dan musiman menggunakan regresi nonparametrik dengan estimator deret Fourier. Pendekatan tersebut sesuai karena dalam regresi nonparametrik, deret Fourier ditambahkan dengan fungsi linear. Hal tersebut secara matematis dapat mengakomodasi pola data tren dan musiman sesuai data cadangan klaim asuransi pendidikan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang berbasis pada analisis data. Data yang digunakan merupakan data runtun waktu selama 12 tahun atau 144 bulan mulai Januari 2006 sampai Desember 2017. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah jumlah cadangan klaim dalam milyar rupiah, sedangkan variabel independen yang digunakan adalah periode bulanan. Data sekunder diambil dari salah satu asuransi pendidikan di bawah naungan BUMN yang memiliki kantor cabang utama di Surabaya. Data dalam penelitian ini dibagi menjadi data *training* dan data *testing*. Data *training* digunakan dalam proses estimasi untuk mendapatkan estimator deret Fourier pada regresi nonparametrik. Data *testing* digunakan untuk proses prediksi jumlah cadangan klaim. Data pada bulan Januari 2006 sampai Desember 2015 sebagai data *training*. Data pada bulan Januari 2015 sampai Desember 2017 sebagai data *testing*.

Metode utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi nonparametrik berdasarkan estimator deret Fourier yang sesuai dengan penelitian Bilodeau (1992), dan Prahutama (2013). Hal yang berbeda dalam penelitian ini adalah data yang digunakan merupakan data runtun waktu. Secara ringkas berikut disajikan tahapan dalam membentuk model sampai memprediksi cadangan klaim berdasarkan pendekatan regresi nonparametrik dengan pendekatan deret Fourier.

1. Melakukan analisis deskriptif dengan menyajikan plot yang mendukung untuk mengetahui fluktuasi jumlah cadangan klaim asuransi pendidikan tiap bulan selama 12 tahun.
2. Menentukan nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) berdasarkan input nilai parameter osilasi (k) berdasarkan data *training* dengan formula sebagai berikut:

$$GCV(K) = \frac{n^{-1} \mathbf{y}^T (\mathbf{I} - \mathbf{A}(K))^T (\mathbf{I} - \mathbf{A}(K)) \mathbf{y}}{(n^{-1} \text{trace}(\mathbf{I} - \mathbf{A}(K)))^2} \quad (1)$$

3. Menentukan nilai parameter osilasi optimal berdasarkan GCV minimum dan mempertimbangkan konsep kesederhanaan model.
4. Menentukan nilai – nilai estimator parameter regresi dalam bentuk vektor $\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{T}[K]^T \mathbf{T}[K])^{-1} \mathbf{T}[K]^T \mathbf{y}$ (2)
5. Menentukan persamaan yang memuat estimator deret Fourier untuk regresi nonparametrik dalam bentuk sebagai berikut:

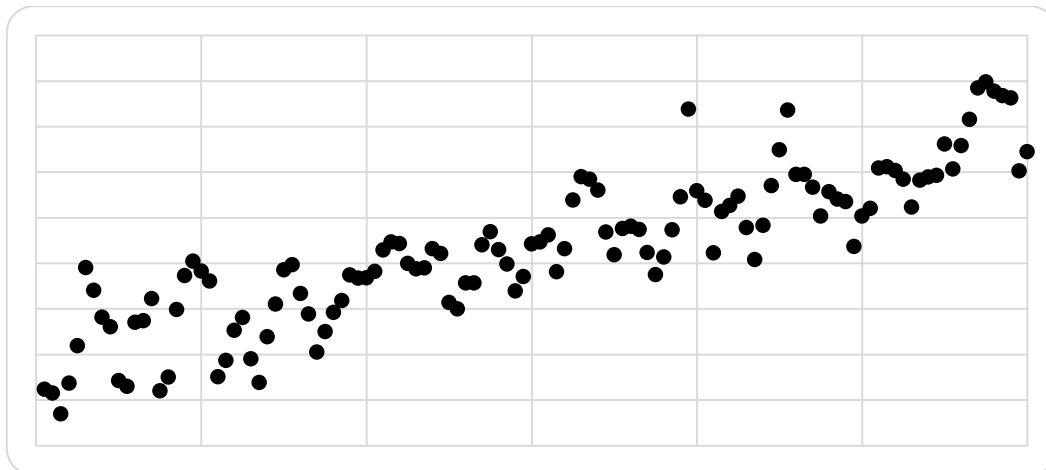
$$\hat{y}_i = \frac{\hat{a}_0}{2} + \hat{y}t_i + \sum_{k=1}^K \hat{a}_k \cos kt_i \quad (3)$$

6. Menentukan ukuran kebaikan lain seperti *Mean Square Error* (MSE) dan koefisien determinasi (R^2).
7. Melakukan prediksi jumlah cadangan klaim berdasarkan estimator deret Fourier dalam regresi nonparametrik menggunakan data *testing*.

8. Menentukan ukuran kebaikan prediksi yaitu *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
9. Melakukan analisis deskriptif terhadap hasil prediksi jumlah cadangan klaim berdasarkan estimator deret Fourier dalam regresi nonparametrik.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Jumlah cadangan klaim asuransi pendidikan memiliki pola musiman dengan kecenderungan peningkatan. Pola tersebut disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Pola Data Jumlah Cadangan Klaim Selama 10 Tahun

Gambar 1 merupakan pendukung digunakannya estimator deret Fourier dalam penelitian ini. Terlihat jelas bahwa terdapat pola fluktuasi dan tren peningkatan jumlah cadangan klaim pada periode tertentu. Secara deskriptif data dapat memberikan informasi bahwa peningkatan cadangan klaim selalu terjadi mulai bulan Juni sampai September dengan puncak bulan Juli dan Agustus. Hal tersebut sesuai bahwa pada bulan – bulan tersebut adalah awal tahun ajaran baru dengan kebutuhan biaya pendidikan yang meningkat. Bulan – bulan berikutnya jumlah cadangan klaim asuransi pendidikan tidak terlalu tinggi. Namun demikian, kenaikan kembali terjadi pada akhir dan awal tahun, yang sesuai dengan pergantian semester. Pola – pola tersebut terus terjadi tiap tahunnya. Gambar 1 juga memperlihatkan adanya kecenderungan kenaikan jumlah cadangan klaim dari tahun ke tahun. Hal ini sesuai dengan fakta yang menyatakan bahwa jumlah pengguna asuransi pendidikan yang mengalami peningkatan.

Dalam penelitian ini, jumlah cadangan klaim diprediksi menggunakan regresi nonparametrik dengan pendekatan deret Fourier. Diberikan data berpasangan yang memuat satu variabel independen, dan satu variabel dependen $(t_i, y_i), i = 1, 2, \dots, n$ menunjukkan banyaknya pengamatan dalam data *training*. Bentuk umum persamaan regresi nonparametrik dengan estimator deret Fourier yang mengacu pada Bilodeau (1992), dan Prahutama (2013) untuk data berpasangan tersebut adalah sebagai berikut:

$$y_i = \frac{a_0}{2} + \gamma t_i + \sum_{k=1}^K a_k \cos kt_i + \varepsilon_i; \varepsilon_i \sim IIDN(0, \sigma^2) \quad (4)$$

dengan γ, a_0 , dan a_k merupakan parameter regresi yang nilainya diestimasi berdasarkan metode kuadrat terkecil. Parameter osilasi dilambangkan dengan

$k = 1, 2, \dots, K$, ϵ_i merupakan *error* random yang identik, independen dan berdistribusi normal dengan mean 0, variansi σ^2 . Dalam bentuk persamaan vektor, (4) dapat dikonstruksi menjadi

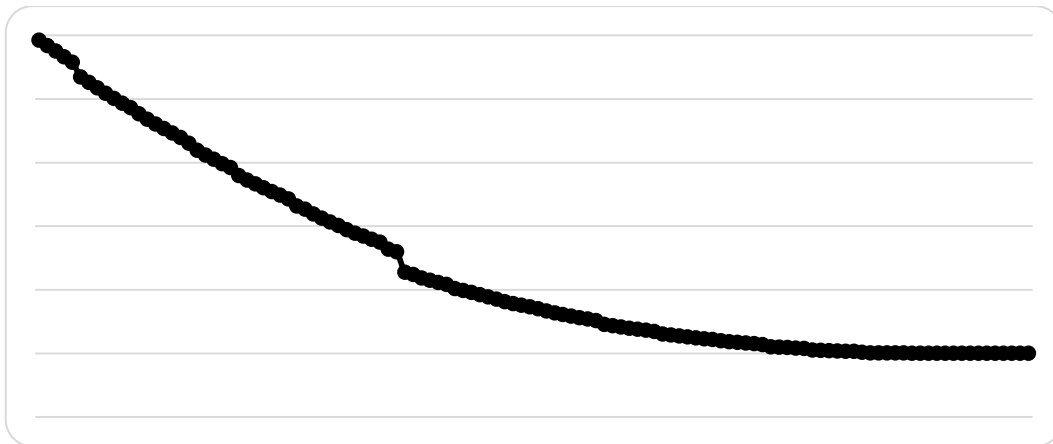
$$\mathbf{y} = \mathbf{T}[K]\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\epsilon}; \boldsymbol{\epsilon} \sim \text{IIDN}(\mathbf{0}, \sigma^2\mathbf{I}) \quad (5)$$

dengan $\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T$, $\boldsymbol{\epsilon} = (\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_n)^T$, $\boldsymbol{\beta} = \left(\frac{a_0}{2}, \gamma, a_1, \dots, a_K\right)^T$ dan

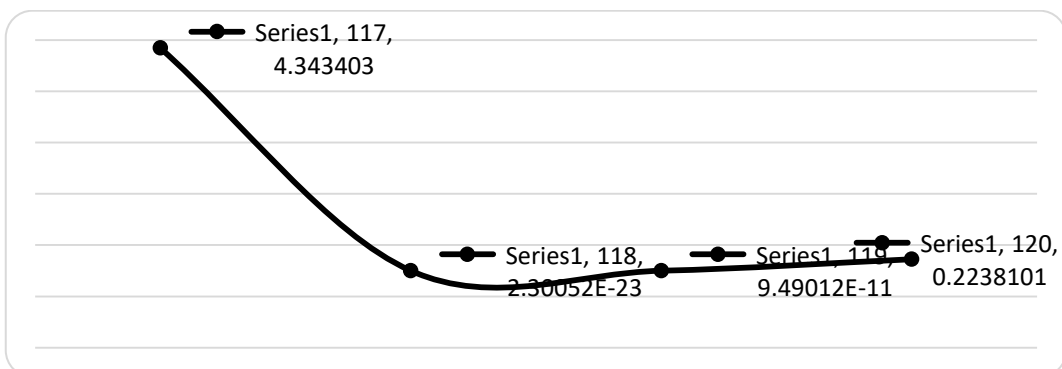
$$\mathbf{T}[K] = \begin{pmatrix} 1 & t_1 & \cos t_1 & \cdots & \cos Kt_1 \\ 1 & t_2 & \cos t_2 & \cdots & \cos Kt_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & t_n & \cos t_n & \cdots & \cos Kt_n \end{pmatrix}$$

serta \mathbf{I} merupakan matriks identitas. Berdasarkan metode kuadrat terkecil diperoleh vektor estimator parameter regresi yang sesuai dengan (2).

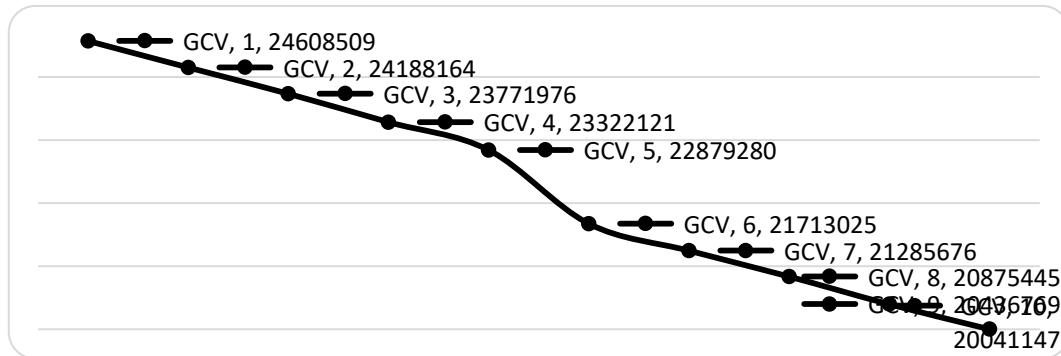
Dengan menggunakan data *training*, digunakan (1) untuk menentukan nilai GCV untuk setiap k . Pada (1) pembilang merupakan MSE, dan $\mathbf{A}(K) = \mathbf{T}[K](\mathbf{T}[K]^T\mathbf{T}[K])^{-1}\mathbf{T}[K]^T$ merupakan matriks *hat*. Gambar 2 menunjukkan nilai GCV dari $k=1$ sampai $k=120$ dengan $k=118$ merupakan k optimal yang memiliki nilai GCV minimum.



Gambar 2. Perubahan Nilai GCV untuk $k=1$ sampai $k=120$



Gambar 3. Perubahan Nilai GCV disekitar k Optimal



Gambar 4. Perubahan Nilai GCV untuk $k=1$ sampai $k=10$

Gambar 2 diperjelas oleh Gambar 3 dan Gambar 4. Gambar 3 menunjukkan perubahan nilai GCV disekitar k optimal, sedangkan Gambar 4 menunjukkan perubahan nilai GCV untuk $k=1$ sampai $k=10$. Jika tidak mempertimbangkan kesederhanaan model, maka estimator deret Fourier dengan $k=118$ dipilih. Namun pemilihan $k=118$ memiliki kekurangan yaitu bentuk estimator yang panjang, dan memiliki kompleksitas komputasi yang tinggi. Dengan demikian, mempertimbangkan kesederhanaan model diperlukan dalam memilih parameter osilasi, selain konsep GCV minimum. Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa terjadi penurunan nilai GCV yang besar untuk $k=6$. Nilai GCV untuk $k=6$ merupakan nilai minimum, ketika dibandingkan dengan $k=1$ sampai $k=5$. Atas dasar tersebut, estimator deret Fourier dalam regresi nonparametrik dengan $k=6$ dipilih untuk memprediksi jumlah cadangan klaim asuransi pendidikan. Untuk $k=6$ diperoleh estimator sebagai berikut:

$$\hat{y}_i = 19,0967 + 0,2077 t_i - 0,1188 \cos t_i - 0,024 \cos 2t_i - \cos 3t_i + 0,2221 \cos 4t_i + 0,2145 \cos 5t_i + 1,016 \cos 6t_i \quad (6)$$

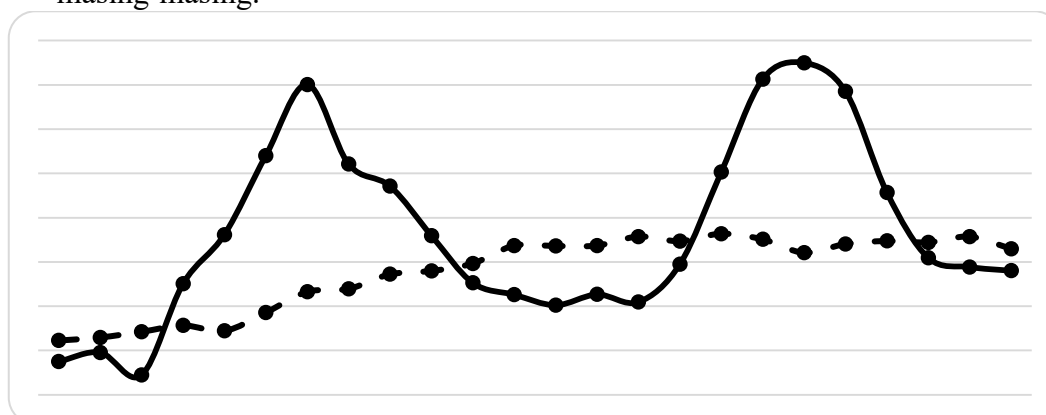
Estimator deret Fourier dalam regresi nonparametrik pada (6) memiliki MSE sebesar 4,4246 dan R^2 sebesar 78,4886%. Nilai R^2 tersebut termasuk baik, dan merupakan konsekuensi yang diterima apabila memilih model berdasarkan prinsip kesederhanaan. Nilai R^2 ditentukan oleh formula sebagai berikut:

$$R^2 = \frac{(\hat{\mathbf{y}} - \bar{\mathbf{y}})^T (\hat{\mathbf{y}} - \bar{\mathbf{y}})}{(\mathbf{y} - \bar{\mathbf{y}})^T (\mathbf{y} - \bar{\mathbf{y}})} \quad (7)$$

Selanjutnya dilakukan prediksi berdasarkan (6) menggunakan data *testing*. Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat hasil perbandingan antara data *testing* dengan hasil prediksi. Walaupun estimator dengan GCV terkecil tidak dipilih, namun dengan memilih estimator deret Fourier untuk $k=6$, nilai prediksi tidak jauh berbeda dengan data *testing*. Jumlah cadangan klaim sama – sama memiliki kecenderungan untuk naik selama periode tertentu. Selain itu, fluktuasi secara musiman juga diprediksi terus terjadi, serta akan mencapai nilai tertinggi pada periode tertentu dalam satu tahun. Hasil prediksi jumlah cadangan klaim asuransi pendidikan berdasarkan estimator deret Fourier dalam regresi nonparametrik memiliki nilai MAPE yang kecil sebesar 0,1542. Nilai tersebut diperoleh dari formula berikut:

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \quad (8)$$

Berdasarkan nilai MAPE, rata-rata persentase nilai *error* mutlak untuk estimator deret Fourier yang digunakan dalam prediksi sebesar 15,42%. Nilai ini masih tergolong kecil sebagai konsekuensi mempertimbangkan kesederhanaan model dalam prediksi. Akurasi prediksi tertinggi dicapai apabila dipilih estimator yang menghasilkan GCV terkecil tanpa memperhatikan kesederhanaan model, namun keputusan yang diambil memiliki konsekuensi masing-masing.



Gambar 5. Perbandingan Data *Testing* (Garis Lurus) dengan Hasil Prediksi (Garis Putus – Putus)

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, disimpulkan bahwa prediksi jumlah cadangan klaim asuransi pendidikan dengan menggunakan estimator deret Fourier dalam regresi nonparametrik memiliki hasil yang baik. Indikator kebaikannya ditunjukkan dari nilai MSE yang kecil, dan nilai R^2 yang cukup besar. Selain itu, dalam memprediksi jumlah cadangan klaim asuransi pendidikan, estimator deret Fourier dalam regresi nonparametrik memiliki nilai MAPE yang kecil. Indikator lainnya adalah perbedaan hasil prediksi terhadap data *testing* juga tidak terlalu jauh, dan sebagian besar sesuai kondisi bahwa jumlah cadangan klaim asuransi pendidikan memiliki tren peningkatan, serta akan mencapai nilai tertinggi pada periode tertentu dalam satu tahun. Kondisi tersebut diharapkan dapat diantisipasi oleh perusahaan asuransi pendidikan di Indonesia.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ariasih, M. P., Jayanegara, K., Widana, I.N., &Kencana, I. P. E. N. (2015). Penentuan Cadangan Premi Asuransi Pendidikan. *E-Jurnal Matematika*, 4(1), 14–19. Diakses dari <https://ojs.unud.ac.id/index.php/mtk/article/view/12284/8510>
- Bloomfield, P. (2000). *An Introduction Fourier Analysis for Time Series*. New York, NJ: John Wiley and Sons, Inc.
- Bilodeau, M. (1992). Fourier Smoother and Additive Models. *The Canadian Journal of Statistics*, 3(1), 257-269. doi:10.2307/3315313.

- Darmawi. (2006). *Manajemen Asuransi*. Jakarta, NJ: Bumi Aksara.
- Kulsum, Umi. (2017). *Premi Asuransi Pendidikan Makin Tumbuh*. Diakses dari <http://keuangan.kontan.co.id/news/premi-asuransi-pendidikan-makin-tumbuh>
- Mardianto, M.F.F., & Budiantara, I.N. (2014). Estimasi Model Regresi Semiparametrik Birespon dengan Pendekatan Deret Fourier. *Prosiding Seminar Nasional Matematika 2014*, Diselenggarakan oleh Departemen Matematika, Universitas Udayana, 6 November 2014 (hal. 279-286). Denpasar: Universitas Udayana.
- Pane, R., Budiantara, I.N., Zain, I., & Otok, B.W. (2013). Parametric and Nonparametric Estimators in Fourier Series Semiparametric Regression and Their Characteristics. *Applied Mathematical Sciences*, **8**(102), 5053-5064. doi:10.12988/ams.2014.46472.
- Prahutama, A. (2013). Model Regresi Nonparametrik dengan Pendekatan Deret Fourier pada Kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Timur. *Jurnal Nasional Statistika Universitas Diponegoro*, **10**(1), 69–76. Diakses dari http://eprints.undip.ac.id/40285/1/A02AlanPrahuta_ma.pdf
- Takezawa, K. (2006). *Introduction to Nonparametric Regression*. New Jearsey, NJ: John Wiley and Sons, Inc.