

Peramalan Kecepatan Angin yang Direkam oleh Sistem AWS dengan Analisis Fuzzy Time Series

Fajar Darwis Dzikril Hakimi^{1, a)}, Moch. Noor Affan Anshori^{1, b)}, Ahmad Hanif Asyhar^{1, c)}

¹Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

^{a)}fajarddh@gmail.com

^{b)}affananshori7@gmail.com

^{c)}hanif@uinsby.ac.id

Abstrak

Kehidupan manusia tidak bisa dipisahkan dari faktor alam yang bernama cuaca. Salah satunya yaitu kecepatan angin. Angin mempunyai banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Tetapi, angin juga bisa mempunyai dampak buruk bagi manusia. Untuk mengantisipasi dampak buruk yang ditimbulkan oleh angin, maka diperlukan peramalan kecepatan angin. Selain itu, adanya krisis energi global juga menyebabkan pengembangan energi terbarukan yang salah satunya adalah energi angin. Jurnal ini berisi tentang peramalan data kecepatan angin dengan analisis fuzzy time series. Hasil error peramalan dihitung dengan metode MSE dan didapat error sebesar 1,0909.

Kata kunci: peramalan, kecepatan angin, fuzzy time series, MSE

Abstract

Human life cannot be separated from natural phenomena called weather. One of them is wind speed. Wind has many beneficial thing for human life. But, it can has bad impact for human as well. For anticipating bad impact that come from wind, wind speed forecasting is needed. In addition, global energy crisis also caused the development of renewable energy that one of them is wind energy. This paper contain wind speed forecasting using fuzzy time series analysis. The result of forecasting is counted using MSE method and the error is 1,0909.

Keywords: forecasting, wind speed, fuzzy time series, MSE

Pendahuluan

Cuaca merupakan faktor alam yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Banyak aspek kehidupan manusia yang bergantung pada kondisi cuaca seperti pelayaran, penerbangan, dan lain-lain. Dan salah satu faktor alam tersebut adalah angin. Angin mempunyai banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Angin dimanfaatkan manusia dalam banyak hal diantaranya, menggerakkan perahu nelayan, menggerakkan turbin angin yang kemudian diubah menjadi energi listrik, angin juga dapat meramalkan cuaca untuk penerbangan serta bencana alam [1] atau bahkan untuk keperluan hiburan seperti bermain layang-layang dan terjun payung.

Meskipun angin mempunyai banyak manfaat, tak jarang angin juga menimbulkan masalah. Apalagi dengan cuaca yang tidak menentu seperti sekarang ini, angin dapat menyebabkan bencana seperti angin puting beliung. Kecepatan angin yang melebihi 40 km/jam dapat menyebabkan bencana yang tentunya

akan sangat merugikan manusia [2], [3]. Oleh karena itu, peramalan tentang kecepatan angin merupakan hal yang penting agar bencana yang tidak diinginkan dapat diantisipasi sedini mungkin.

Pada saat ini, pesatnya pertumbuhan konsumsi energi menyebabkan krisis energi global yang juga berdampak pada terbatasnya sumber energi konvensional seperti batu bara, gas alam, minyak, dan lain lain sehingga pengembangan energi terbarukan mendapatkan perhatian di seluruh dunia [4]. Dan salah satu energi terbarukan yang banyak dikembangkan saat ini adalah energi angin. Untuk mendapatkan hasil yang maksimum dari energi angin, diperlukan penaksiran potensi energi angin yang ada di sebuah situs pengembangan energi angin [5]. Karena energi angin berhubungan lurus dengan kecepatan angin, maka perhitungan potensi energi angin didapat dari peramalan kecepatan angin [5]. Oleh karena itu, peramalan kecepatan angin merupakan hal yang sangat penting.

Selain itu, peramalan juga memiliki peran penting dalam keputusan untuk waktu yang akan datang seperti prediksi cuaca, perencanaan prediksi, penjadwalan staf, maupun dalam hal bisnis, maka dengan banyaknya bidang yang memerlukan hasil peramalan yang akurat, sehingga metode peramalan banyak yang sudah dikembangkan [6]. Salah satunya yaitu analisis fuzzy time series.

Indonesia, terutama daerah pesisir pantai, merupakan tempat yang mempunyai sumber angin yang tak terbatas. Oleh karena itu, pantai merupakan tempat yang sangat baik untuk mengembangkan dan meneliti tentang energi angin. Salah satu situs yang meneliti tentang energi angin yaitu di Ciheras, Cipatujah, Tasikmalaya. Nama situs tersebut adalah Lentera Angin Nusantara (LAN). Di LAN terdapat beberapa turbin angin yang terhubung ke sebuah sistem yang dapat mengkonversi energi angin menjadi energi listrik. Dan di dalam sistem tersebut, terdapat AWS atau Automatic Weather Station yang dapat merekam data meteorologi secara otomatis berupa kecepatan angin, arah angin, kelembaban relatif, radiasi matahari, dan temperatur. Energi listrik yang dihasilkan oleh sistem tersebut bergantung pada besar kecepatan angin yang diterima oleh turbin angin. Dan dengan adanya peramalan data kecepatan angin, maka manajemen penggunaan energi bisa dilakukan dengan baik.

Penelitian ini mengemukakan tentang bagaimana menentukan peramalan kecepatan angin di daerah Ciheras, Cipatujah, Tasikmalaya dengan menggunakan analisis fuzzy time series. Dari penelitian ini didapat hasil peramalan yang menunjukkan cocok tidaknya metode analisis fuzzy time series ini untuk meramalkan data kecepatan angin.

Energi Angin

Energi adalah potensi yang dimiliki untuk melakukan sesuatu yang tersimpan dalam beberapa bentuk [7]. Energi merupakan motor penggerak utama kehidupan manusia. Di dunia ini, terdapat berbagai jenis energi diantaranya, energi potensial dan energi kinetik. Energi potensial adalah energi yang dimiliki oleh suatu benda karena ketinggiannya dari tanah. Sedangkan energi kinetik adalah energi yang dimiliki suatu benda karena pergerakan yang dilakukannya. Selain itu, energi juga terdapat pada beberapa benda di alam seperti air, sinar matahari, dan angin. Pada saat ini, energi yang berasal dari alam ini banyak diteliti untuk kemudian bisa dimanfaatkan secara maksimal untuk keperluan manusia. Salah satu yang menjadi fokus penelitian pada saat ini yaitu energi angin yang juga diteliti di situs Ciheras, Tasikmalaya. Alasan energi angin ini banyak diteliti karena energi ini merupakan jenis energi terbarukan yang efektif untuk mengurangi dampak perubahan iklim, meningkatkan tingkat keamanan energi, dan mendukung industri rendah karbon [8]. Tempat penelitian energi angin ini mayoritas ada di daerah pantai karena di pantai terdapat banyak angin yang berhembus.

Sumber utama dari energi angin adalah matahari dan penyebab terjadinya yaitu karena adanya perbedaan tekanan diantara permukaan bumi [9]. Perbedaan tekanan tersebut dihasilkan karena perbedaan panas radiasi yang diterima oleh berbagai wilayah di permukaan bumi itu berbeda. Panas radiasi matahari di daerah khatulistiwa tentu lebih besar daripada di daerah kutub. Angin berhembus dari

daerah yang bertekanan tinggi menuju ke daerah yang bertekanan rendah, oleh karenanya angin berhembus dari daerah khatulistiwa berakhir di daerah kutub.

Time Series

Time series adalah adalah himpunan observasi data terurut dalam waktu [10]. Untuk melakukan peramalan, diperlukan analisis terhadap data time series agar didapat pola data pada masa lampau. Untuk melakukan analisis terhadap data time series, maka perlu diperhatikan bentuk pola data.

Peramalan dengan menggunakan metode kuantitatif dapat diterapkan jika ada tiga kondisi berikut ini yaitu: tersedianya informasi tentang masa lalu, informasi tersebut dapat disajikan dalam bentuk data numerik, dan diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan berlanjut di masa datang [11].

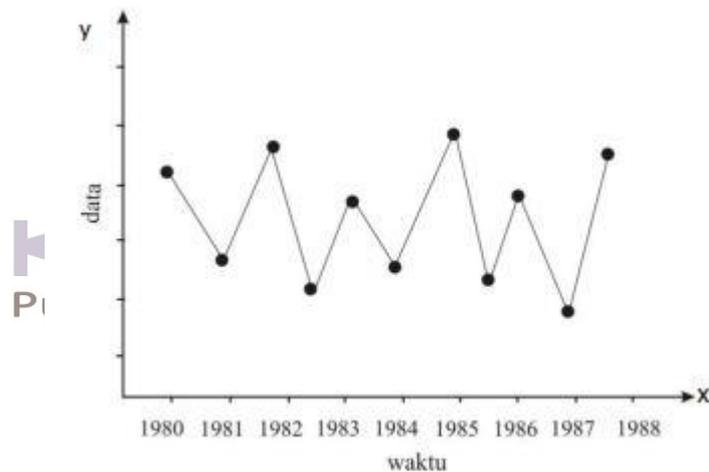
Secara umum terdapat empat macam pola data time series yaitu horizontal, trend, musiman, dan siklis [11]. Masing-masing pola data mempunyai metode dan analisis yang berbeda-beda dalam peramalannya.

Bentuk Pola Data

Langkah penting dalam memilih suatu metode peramalan data time series yang tepat adalah dengan mempertimbangkan bentuk pola data, sehingga dapat ditentukan metode apa yang paling baik untuk digunakan pada bentuk pola data tersebut. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu [11]:

1. Pola Horizontal

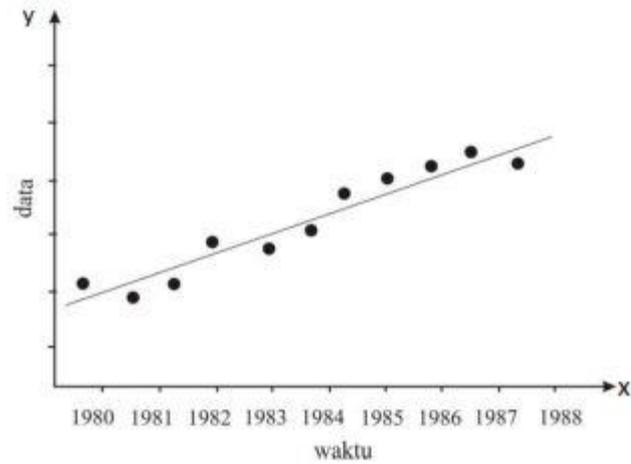
Pola data jenis ini terjadi jika data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata konstan. Contoh dari pola horizontal ini adalah suatu produk yang penjualannya tidak meningkat dan menurun dalam waktu tertentu.



Gambar 1. Pola Data Horizontal

2. Pola Trend

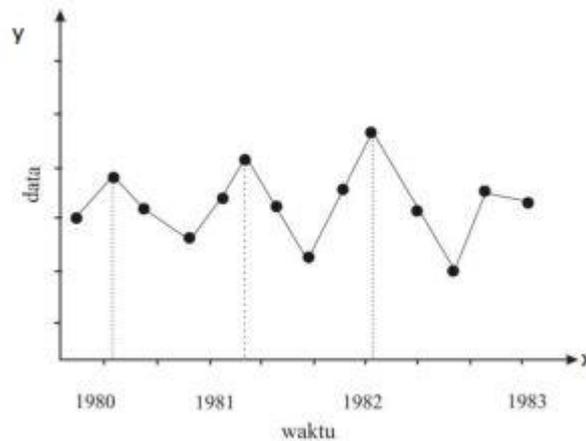
Pola data jenis ini terjadi jika terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Contohnya yaitu harga jual saham perusahaan, produk bruto nasional, dan berbagai indikator ekonomi lainnya.



Gambar 2. Pola Data Trend

3. Pola Musiman

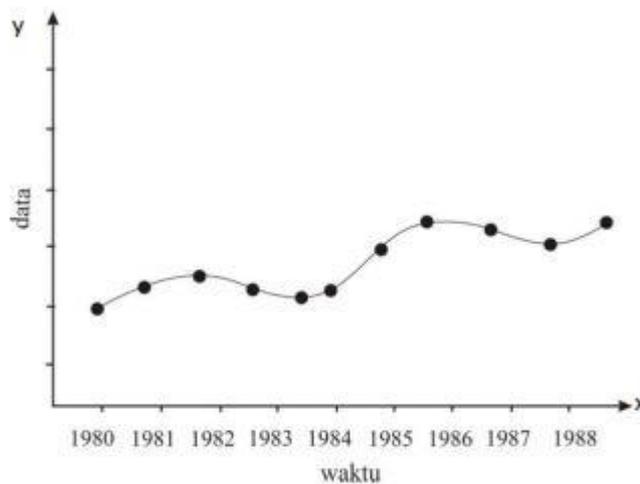
Pola data jenis ini terjadi jika suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman. Jadi dalam setiap waktu tertentu (tahun, bulan, minggu, hari, ataupun jam) terdapat perulangan pola.



Gambar 3. Pola Data Musiman

4. Pola siklis

Pola data jenis ini terjadi jika datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang atau berhubungan dengan siklus bisnis. Contohnya yaitu penjualan mobil, baja, dan lain-lain.



Gambar 4. Pola Data Siklis

Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan salah satu komponen *soft computing*. Dasar teori logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy. Pada teori himpunan fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Derajat keanggotaan merupakan ciri utama dari penalaran logika fuzzy [12], [13], [14].

Fuzzy Time Series

Data time series adalah suatu rangkaian pengamatan berdasarkan urutan waktu dan karakteristik kuantitatif dari satu atau kumpulan kejadian yang diambil dalam periode waktu tertentu [15]. Oleh karena itu, peramalan data time series dilakukan berdasarkan data historis masa lalu. Dengan analisis fuzzy time series, dicari model pola perulangannya, sehingga nanti akan bisa dilakukan peramalan untuk data yang akan datang.

Kelebihan dari fuzzy time series adalah proses perhitungannya tidak membutuhkan sistem yang rumit seperti pada algoritma genetika dan jaringan saraf tiruan, sehingga lebih mudah digunakan [16].

Akurasi Peramalan

Tujuan dalam analisis time series adalah untuk meramalkan nilai masa depan [17]. Peramalan yang baik adalah peramalan yang memiliki tingkat kesalahan yang kecil. Jika tingkat kesalahan yang dihasilkan kecil, maka nilai hasil peramalan mendekati nilai aktual. Ada beberapa metode untuk menguji tingkat kesalahan diantaranya MAE (Mean Absolute Error), MSE (Mean Squared Error), MAPE (Mean Absolute Percentage Error). Dari beberapa metode perhitungan akurasi tersebut, MSE (Mean Squared Error) adalah yang paling sering digunakan.

MSE menyatakan besarnya kesalahan rata-rata kuadrat dari suatu metode peramalan [18].

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (x_t - \hat{x}_t)^2$$

dengan,

n = banyak data

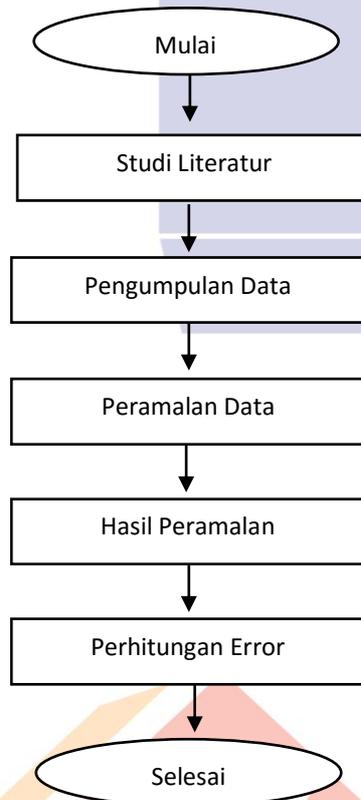
x_t = data observasi pada waktu t

\hat{x}_t = data hasil peramalan pada waktu t

KUBIK
Publikasi Ilmiah Matematika

Metode

Metode yang digunakan dalam peramalan data kecepatan angin adalah analisis fuzzy time series. Berikut ini adalah diagram alir pemrosesan data dan metode yang digunakan:



Gambar 5. Diagram Alir Pemrosesan Data

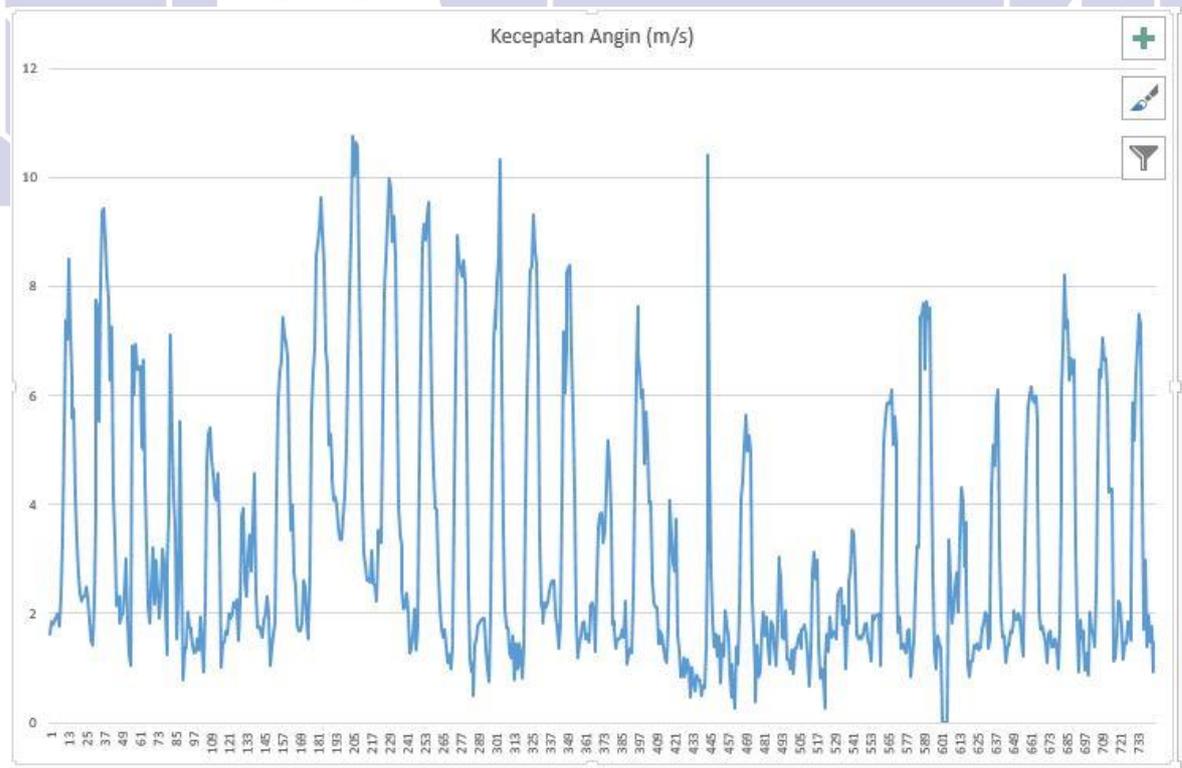
Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa hal pertama yang dilakukan adalah studi literatur mengenai metode yang bisa digunakan untuk meramalkan data. Setelah itu dilakukan pengumpulan dan pengolahan data. Setelah itu dilakukan peramalan data kecepatan angin.

Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kecepatan angin pada bulan Januari 2015 per sepuluh detik yang didapat dari sistem Automatic Weather Station (AWS) yang berada di Lentera Angin Nusantara, Tasikmalaya.

Hasil dan Diskusi

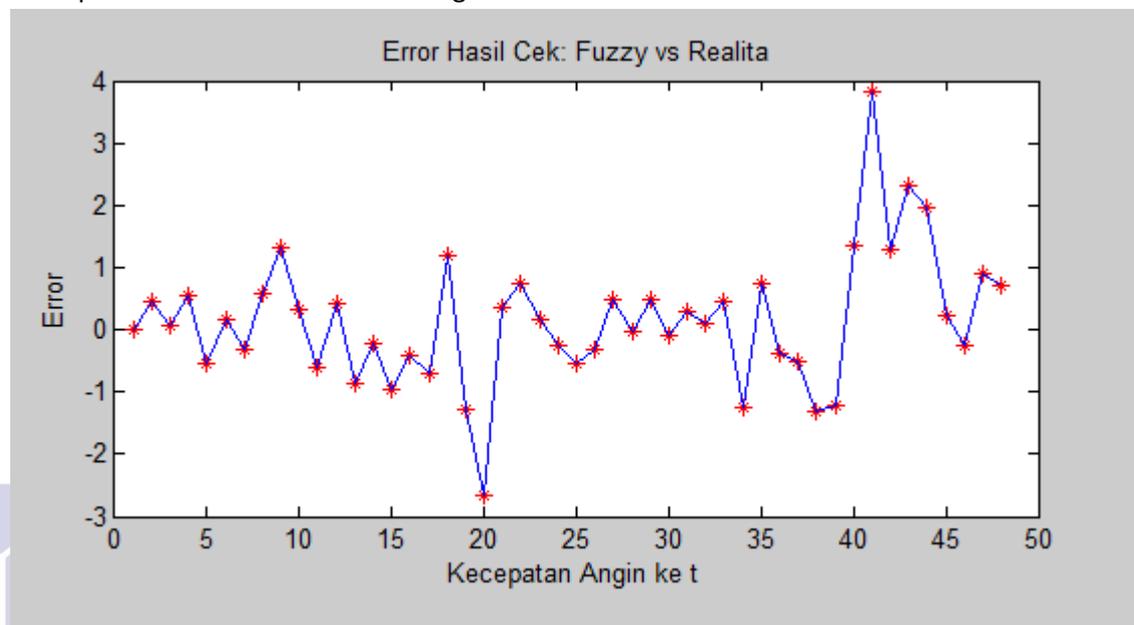
Untuk peramalan kecepatan angin, dibutuhkan data time series. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data kecepatan angin selama bulan Januari 2015. Data kecepatan angin tersebut diperoleh dari sistem AWS dan berupa data per sepuluh detik. Setelah itu, data diubah menjadi per satu jam agar peramalan lebih mudah dilakukan. Setiap harinya ada 24 data, jadi selama bulan Januari terakumulasi sejumlah 744 data. Data tersebut kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik agar diketahui bentuk pola datanya. Dan berikut ini adalah grafiknya:



Gambar 6. Grafik Kecepatan Angin per Satu Jam selama Bulan Januari 2015

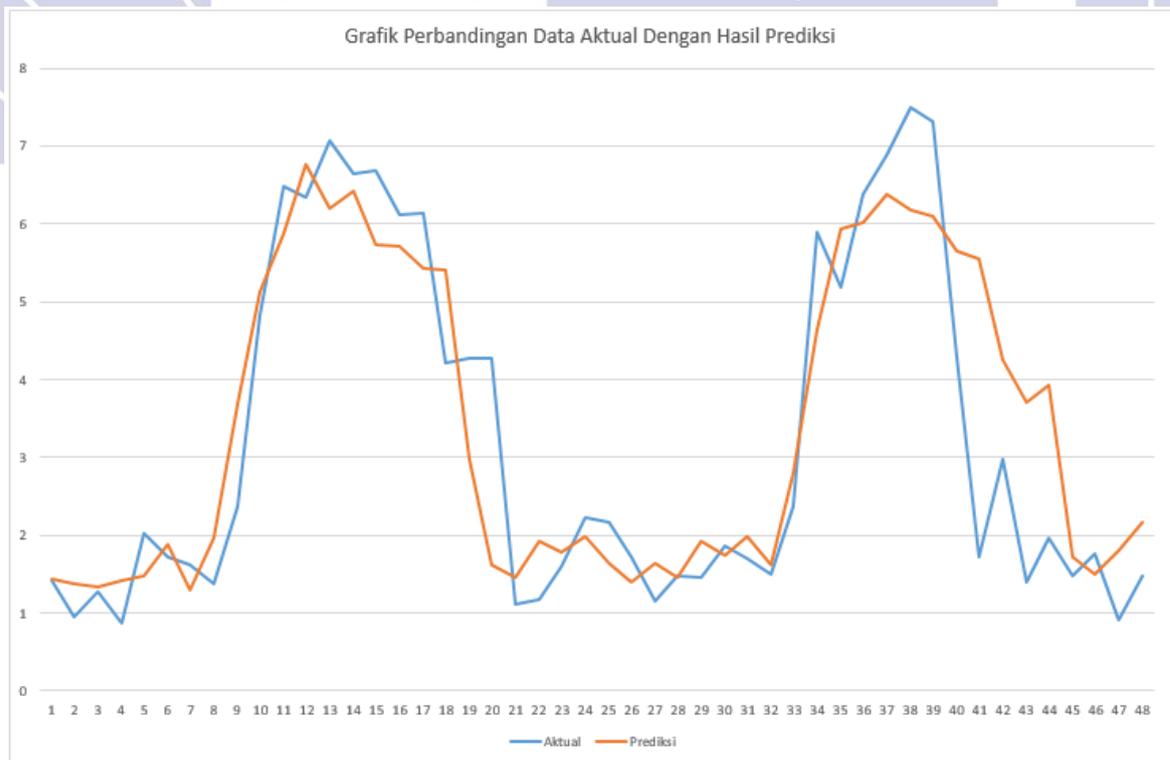
Dari grafik di atas, terlihat bahwa bentuk pola datanya adalah musiman yang perulangannya adalah setiap hari atau 24 jam. Oleh karena itu, input sistem adalah kecepatan angin ke- $(t-72)$, $(t-48)$, $(t-24)$, dan t . Sedangkan output sistem adalah kecepatan angin ke- $(t+24)$. Dengan kata lain, untuk mencari kecepatan angin pada 24 jam ke depan, diperlukan data kecepatan angin pada 72 jam sebelumnya, 48 jam sebelumnya, 24 jam sebelumnya, dan data sekarang. Dengan demikian, terdapat rentang data dari 73 hingga 720 (648 data). Dari data tersebut, digunakan 600 data untuk dicluster (menentukan pola peramalan) dan sisanya sebanyak 48 data digunakan sebagai data uji coba. Dalam hal ini, data yang digunakan untuk cluster yaitu data pada hari ke 4 sampai data ke 28. Sedangkan data uji cobanya yaitu data pada tanggal 29 dan 30.

Dengan menggunakan analisis fuzzy time series, diperoleh grafik Error hasil peramalan pada hari ke 29 dan 30 pada bulan Januari adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Error Hasil Peramalan

Dan berikut ini adalah grafik perbandingan antara data aktual dengan data hasil peramalan:



Gambar 8. Grafik Perbandingan antara Data Aktual dengan Data Peramalan

Grafik di atas merupakan grafik perbandingan antara data aktual dengan data hasil peramalan pada hari ke-29 dan ke-30 pada bulan Januari 2015. Dari data aktual dan data peramalan tersebut, diperoleh MSE sebesar 1,0909.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang peramalan kecepatan angin dengan analisis fuzzy time series diperoleh kesimpulan yaitu Analisis Fuzzy time series cukup bagus digunakan untuk melakukan peramalan data kecepatan angin per jam, hal ini terlihat dari MSE yang sebesar 1,0909. Selain itu, terlihat dari grafik bahwa data hasil peramalan mendekati data aktual kecepatan angin.

Referensi

- [1] A. Lubab, A. H. Asyhar, M. Hafiyusholeh, D. C. R. Novitasari and Y. Farida, "Volcanic Ash Flow Modelling as an Early Warning System to National Disaster," *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, vol. 86, no. 3, pp. 472-478, 2016.
- [2] A. P. Desvina and M. Anggriani, "Peramalan Kecepatan Angin di Kota Pekanbaru Menggunakan Metode Box-Jenkins," *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, pp. 39-51, 2015.
- [3] D. A. Adyanti, A. H. Asyhar, D. C. R. Novitasari, A. Lubab and M. Hafiyusholeh, "Forecasts Marine Weather On Java Sea Using Hybrid Methods: TS-ANFIS," in *PROCEEDING 2017 4TH International Conference on Electrical, Computer Science and Informatics*, Yogyakarta, 2017.
- [4] W. Zhao, Y. M. Wei and Z. Su, "One Day ahead Wind Speed Forecasting: a resampling-based approach," *Science Direct, Applied Energy* 178, pp. 886-901, 2016.
- [5] S. Sun, H. Qiao, Y. Wei and S. Wang, "A New Dynamic Integrated Approach for Wind Speed Forecasting," *Science Direct, Applied Energy* 197, pp. 151-162, 2017.

- [6] A. B. Elfajar, B. D. Setiyawan and C. Dewi, "Peramalan Jumlah Wisatawan Kota Batu Menggunakan Metode Time Invariant Fuzzy Time Series," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Vol. 1, No. 2*, pp. 85-94, 2017.
- [7] A. Hemami, *Wind Turbine Technology*, New York: Cengage Learning, 2012.
- [8] J. Li, F. Cai, L. Qiao and H. Xie, *China Wind Energy Outlook 2012*, Beijing: Chinese Renewable Energy Industry Association, Greenpeace, Global Energy Council, Chinese Wind Energy Association, 2012.
- [9] J. F. Manwell, J. G. McGowan and A. L. Rogers, *Wind Energy Explained*, Chichester: John Wiley and Sons Ltd., 2009.
- [10] J. E. Hanke and D. W. Wichern, *Business Forecasting*, New York: Prentice Hall, 2005.
- [11] S. Makridakis, C. Steven, Wheelwright, E. Victor and M. Gee, *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid I*, Jakarta: Binarupa Aksara, 1999.
- [12] S. Kusumadewi and H. Purnomo, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [13] N. Afifah, D. C. R. Novitasari and A. Lubab, "Pengklastran Lahan Sawah di Indonesia Sebagai Evaluasi Ketersediaan Produksi Pangan Menggunakan Fuzzy C-Means," *JURNAL MATEMATIKA MANTIK*, vol. 2, no. 1, pp. 40-45, 2016.
- [14] F. Febrianti, M. Hafiyusholeh and A. H. Asyhar, "Perbandingan Pengklusteran Data Iris Menggunakan Metode K-Means dan Fuzzy C-Means," *JURNAL MATEMATIKA MANTIK*, vol. 2, no. 1, pp. 7-12, 2016.
- [15] Subanar and Suhartono, *Wavelet Neural Network untuk Peramalan Data Time Series*, Yogyakarta: FMIPA UGM, 2009.
- [16] K. Nugroho, "Model Analisis Prediksi Menggunakan Metode Fuzzy Time Series," *INFOKAM No. 1, Th. XII/MARET/16*, pp. 46-50, 2016.
- [17] W. Wei, *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods Second Edition*, New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2006.
- [18] S. Hansun, "Peramalan Data IHSG Menggunakan Fuzzy Time Series," *IJCCS, Vol. 6, No. 2*, pp. 79-88, 2012.