



Peramalan Aplikasi Pendekatan Kalut Bahan Pencemar Siri Masa CO Menggunakan Kaedah Penambahbaikan Dalam Penentuan Parameter Bilangan k -Jiran Terdekat

AHMAD BASRI RUSLAN, NOR ZILA ABD HAMID, KHAIRUNNISA CHE JUSOH

Department of Mathematics, Faculty of Science and Mathematics, Sultan Idris Education University,

35900 Tanjong Malim, Perak, MALAYSIA

Email: ahmadbasriruslan@gmail.com | Tel: +60193325687

Received: Mac , 2020

Accepted: June 20, 2020

Online Published: July 05, 2020

Abstrak

Pencemaran udara memberikan kesan buruk kepada manusia dan juga alam sekitar. Bernafas melalui udara yang mengandungi karbon monoksida (CO) boleh membawa kepada penyakit kronik seperti penyakit kardiovaskular, kelahiran bayi pra-matang dan barah. Peramalan kepekatan CO ini adalah kajian pertama di Malaysia menggunakan pendekatan kalut. Data siri masa CO dicerap mengikut jam pada bulan Jun 2017 di daerah Kota Kinabalu, Sabah. Pendekatan kalut dibahagikan kepada dua langkah iaitu pembinaan semula ruang fasa dan proses peramalan. Kaedah pertama, ruang fasa pelbagai-matra dibina menggunakan parameter masa tunda $\tau = 1$ dan matra pembenaman $m = 5$. Nilai $\tau = 1$ adalah ditetapkan manakala penetapan nilai m adalah melalui kaedah Cao. Seterusnya, proses peramalan dilakukan apabila tiga parameter ditentukan iaitu τ , m dan bilangan jiran terdekat k ditentukan. Berdasarkan kajian-kajian lepas, bilangan k ditentukan menggunakan kaedah cuba jaya. Untuk kajian ini, kaedah penambahbaikan dalam menentukan bilangan k diperkenalkan. Kaedah penambahbaikan ini dilakukan dengan menguji setiap bilangan k diantara $1 \leq k \leq 200$ dengan plot graf k melawan pekali korelasi (pk). Nilai pk diperoleh melalui peramalan data siri masa menggunakan kaedah penghampiran purata setempat (KPPS). Peramalan menggunakan bilangan k melalui kaedah cuba jaya yang pernah digunakan dalam kajian lepas iaitu $k = 2m, 50, 100, 200$. Kemudian, keputusan peramalan adalah dicatat untuk perbandingan. Keputusan menunjukkan nilai maksimum bagi $pk = 0.7647$ pada $k = 40$ dengan menggunakan kaedah penambahbaikan dalam menentukan bilangan k . Oleh itu, peramalan menggunakan kaedah penambahbaikan dalam menentukan bilangan k boleh diteruskan untuk kajian pada masa akan datang dengan menggunakan data siri masa yang lebih banyak.

Kata Kunci: Jiran terdekat, Parameter, Pekali korelasi, Kalut.

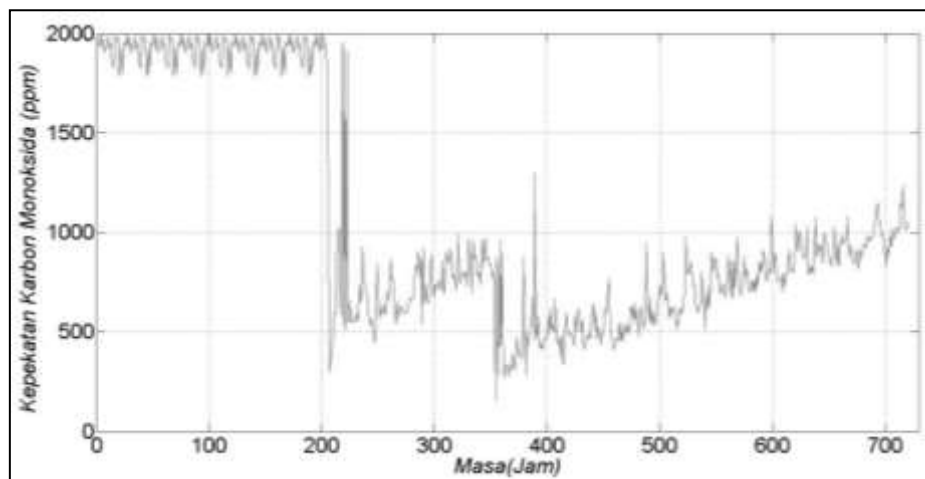
1. Pengenalan

Lebuhraya, jalan raya dan plaza tol memberikan banyak kepentingan kepada ekonomi negara. Ianya memberikan kemudahan akses untuk rakyat dan pengangkutan barang dagangan. Azeez, Pradhan dan Shafri (2018) mendapati bahawa pembebasan asap dari trafik jalan raya adalah sumber utama kepada pencemaran udara di kawasan bandar. Kepekatan CO yang tinggi dari pembebasan trafik secara langsung ataupun tidak langsung memberikan impak kepada kesihatan dan persekitaran bagi jangka masa yang panjang. Menurut Brook et al. (2004) CO adalah terhasil daripada pembakaran bahan api yang tidak lengkap seperti petrol, minyak, gas asli dan arang batu. Kajian oleh Defino et al. (2010) menyatakan bahawa CO memberikan kesan negatif kepada kesihatan seperti penyakit kardiovaskular, kelahiran bayi pra-matang dan barah. CO adalah bahan pencemar toksik yang dikategorikan sebagai bahan pencemar yang paling berbahaya kerana tidak berwarna dan tidak berbau. Jadi, peramalan keatas CO adalah wajar untuk diteruskan. Peramalan menggunakan pendekatan kalut dilakukan adalah kerana ianya hanya memerlukan data siri masa yang lepas sahaja untuk melakukan peramalan. Berbeza dengan pendekatan lain seperti yang dilakukan oleh Ul-Saufie et al (2012) iaitu kaedah regresi liner berganda. Kaedah regresi liner berganda ini sememangnya memberikan hasil yang memuaskan. Namun, kaedah regresi melibatkan penggunaan data pembolehubah daripada faktor yang banyak seperti faktor meterologi, suhu, gas dan lain-lain lagi. Jadi, peramalan melalui pendekatan kalut hanya memerlukan data yang lepas sahaja dan tidak memerlukan data pembolehubah lain untuk melakukan peramalan. Pembinaan ruang fasa telah digunakan secara meluas untuk mengesan kehadiran dinamik kalut dalam pelbagai jenis data siri masa di Malaysia seperti aliran sungai oleh Adenan (2013), zarah terampai berdiameter kurang atau sama dengan 10 mikron (PM10) oleh Hamid (2014), Ozon (O3) oleh Zaim (2017), suhu oleh Hamid (2018), arus sungai oleh Mashuri dan Adenan (2019), suhu oleh Bahari dan Hamid (2019) dan aras laut oleh Ali dan Hamid (2019).



2. Data Siri Masa

Kajian ini dilakukan menggunakan siri masa karbon monoksida (CO) di kawasan taburan penduduk tinggi di Sabah iaitu di daerah Kota Kinabalu. Data yang dikaji adalah dicatat untuk setiap satu jam bermula 1 Jun 2017 sehingga 30 Jun 2017. Data diperolehi daripada Jabatan Alam Sekitar Malaysia (JASM). Kepekatan siri masa CO adalah diplot pada Rajah 1 manakala perangkaan statistik siri masa yang digunakan adalah direkodkan dalam Jadual 1. Lokasi stesen pencerpap adalah di Kota Kinabalu dipilih adalah kerana ianya terletak di kawasan taburan penduduk tinggi. Pencemaran udara adalah sangat merbahaya lebih-lebih lagi apabila di kawasan taburan penduduk tinggi. Oleh itu, pembinaan model peramalan ini penting untuk dilakukan di kawasan taburan penduduk tinggi bagi membantu JASM melakukan pemantauan dari semasa ke semasa.



Rajah 1. Kepekatan siri masa CO

Jadual 1. Perangkaan Statistik kepekatan siri masa CO

Statistik	Nilai
Maksimum	1997
Minimum	158
Min	1063
Median	834.5
Mod	1956
Sisihan Piawai	573.2

3. Metodologi

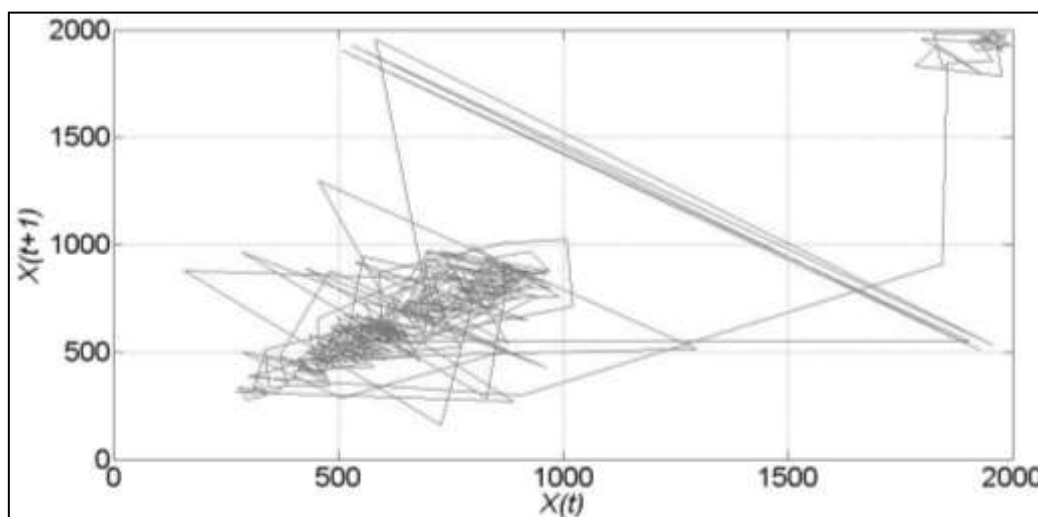
Siri masa CO pada Rajah 1 adalah direkodkan dalam bentuk

$$X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_{N-1}, x_N) \quad (1)$$

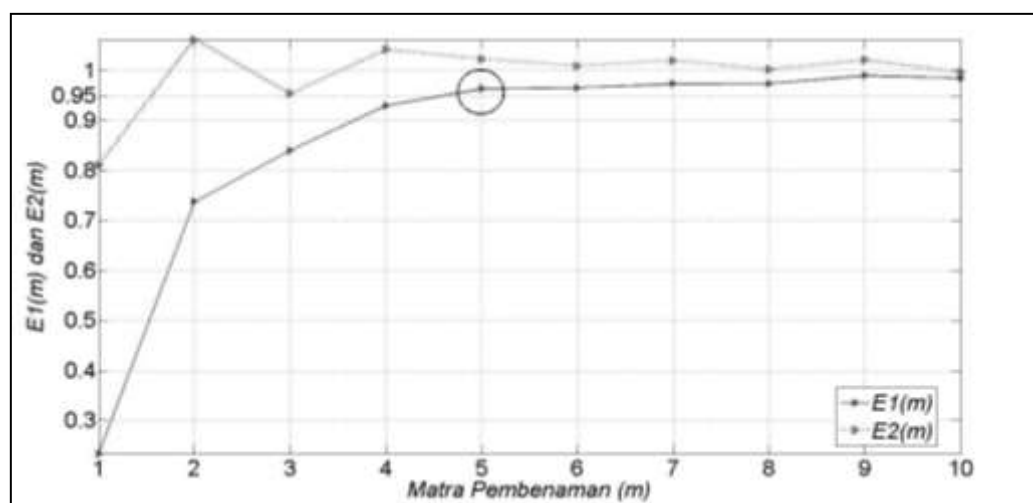
yang mana N merupakan jumlah data siri masa CO pada bulan Jun 2017 iaitu $N = 720$. Pembinaan semula ruang fasa adalah diperlukan untuk proses peramalan. Dalam pembinaan ruang fasa, dua parameter perlu ditentukan iaitu masa tunda τ dan matra pembenaman m . Dalam kajian ini, penetapan $\tau = 1$ adalah digunakan kerana dalam kajian lepas dengan menggunakan $\tau = 1$ menghasilkan peramalan yang cemerlang oleh Sivakumar (2002) dan Sivakumar (2003).



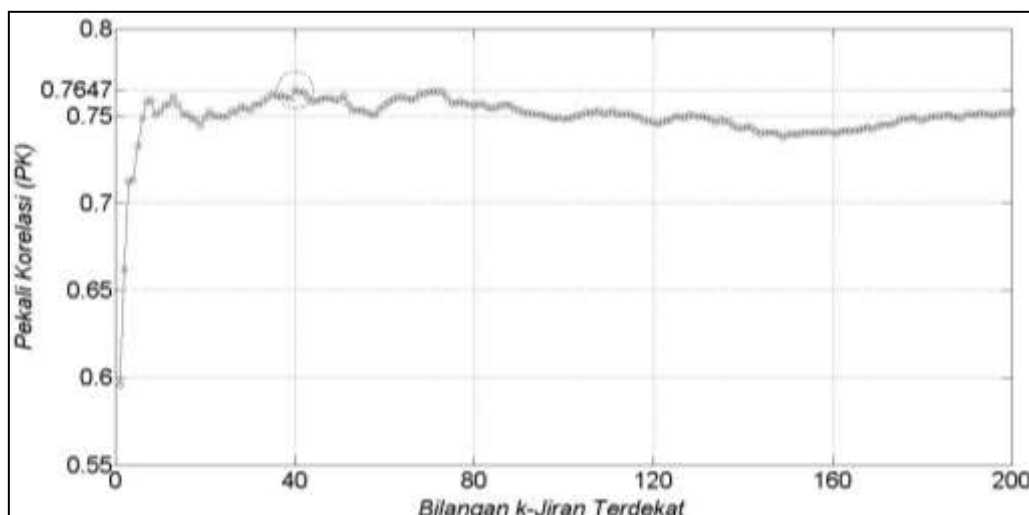
Selepas penetapan nilai τ , plot ruang fasa adalah dilakukan bagi menguji kehadiran dinamik kalut. Rajah 2 menunjukkan struktur penarik yang disebut oleh Takens dan Ruelle (1971) wujud dalam plot ruang fasa siri masa, menunjukkan siri masa CO ini adalah kalut disokong oleh Sivakumar (2002). Seterusnya, penentuan nilai m dilakukan melalui kaedah Cao oleh Cao (1997). Kaedah Cao digunakan adalah kerana Cao menegaskan bahawa kaedah ini tidak memerlukan parameter lain selain daripada τ dan tidak dipengaruhi oleh bilangan data yang digunakan. Rajah 3 menunjukkan m yang diperoleh daripada kaedah Cao adalah $m = 5$. Seterusnya, untuk proses peramalan tiga parameter diperlukan iaitu τ, m dan bilangan jiran terdekat k . Nilai $\tau = 1$ dan $m = 5$ digunakan untuk meramal siri masa CO. Nilai k dalam kebanyakan kajian adalah ditentukan melalui kaedah cuba jaya. Terdapat pelbagai nilai k yang telah digunakan dalam kajian-kajian lepas. Antaranya adalah $k = 50$ oleh Hamid, Noorani dan Adenan (2017) dan Zaim dan Hamid (2017), $k = 100$ oleh Hamid, Noorani, Juneng dan Latiff (2013) dan $k = 200$ oleh Hamid dan Noorani (2013). Selain itu, nilai $k = 2m$ juga turut digunakan oleh Adenan dan Noorani (2015). Dalam kajian terbaru oleh Zaim (2018), nilai k ditentukan menggunakan kaedah k -songsang. Dalam kajian beliau, nilai k adalah divariasikan ia $k = 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000$. Namun begitu, timbul persoalan mengenai bagaimanakah hasil bagi nilai k diantaranya. Sebagai contoh $k = 6, 7, 8, 9$. Maka dalam kajian ini, setiap k adalah diuji. Oleh kerana $X_{latihan}$ adalah 552 jam dan X_{ujian} adalah 168 jam, maka nilai k yang diuji adalah $1 \leq k \leq 200$. Plot graf k melawan pk adalah dibina dengan bantuan perisian Matlab R2010a. Nilai k yang memberikan nilai pk yang maksimum merupakan nilai k yang terbaik bagi model peramalan yang digunakan. Rajah 4 menunjukkan pada $k = 40$ memberikan nilai pekali korelasi yang maksimum iaitu $pk = 0.7647$.



Rajah 2. Plot ruang fasa bagi siri masa CO



Rajah 3. Keputusan kaedah Cao



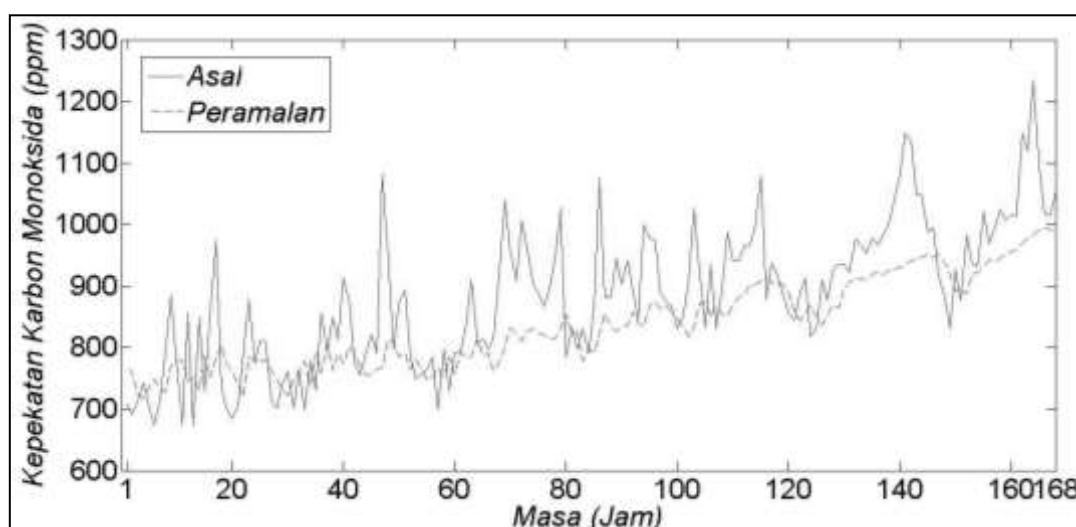
Rajah 4. Bilangan k -jiran terdekat yang memberikan pk maksimum

4. Kesimpulan

Jadual 2 menunjukkan peramalan yang dilakukan menggunakan nilai k yang pernah digunakan dalam kajian lepas iaitu kaedah cuba jaya. Dalam kajian ini, terbukti bahawa kaedah penambahbaikan dalam menentukan nilai k adalah memberikan nilai pk yang terbaik iaitu $k = 40$ menghasilkan $pk = 0.7647$. Nilai $pk = 0.7647$ bermaksud bahawa peramalan ini memberikan 76.47 peratus ketepatan dalam peramalan melalui perbandingan nilai peramalan dengan nilai asal. Rajah 5 menunjukkan hasil peramalan yang dijalankan.

Jadual 2. Perbandingan nilai pk menggunakan nilai k yang berbeza.

Nilai k	$k = 2m$	$k = 50$	$k = 100$	$k = 200$	$k \text{ terbaik} = 40$
Pekali Korelasi (pk)	0.7527	0.7549	0.7481	0.7526	0.7647



Rajah 5. Keputusan peramalan menggunakan kaedah penghampiran purata setempat



Penghargaan

Ucapan terima kasih tidak terhingga kepada Jabatan Alam Sekitar Malaysia (JASM) di atas sumbangan data untuk menjalankan kajian ini. Kajian ini adalah dibawah tajaan geran penyelidikan dengan kod 2019-0005-102-02 (FRGS/1/2018/STG06/UPSI/02/1).

Rujukan

- Adenan. N.H, Noorani. M.S.M. (2015). Peramalan Data Siri Masa Aliran Sungai di Dataran Banjir dengan Menggunakan Pendekatan Kalut, *Sains Malaysiana*, 44(3), pp 463-471.
- Ali, N. M. & Hamid N.Z.A. (2019). Chaotic analysis for Malaysia west coast sea level: a case study of Kukup, Johor. *IOP Conferences Series: Earth and Environmental Science*. 289. 1-7.
- Azeez. O.S., Pradhan. B., Shafni. H.Z.M (2018). Vehicular CO Emission Prediction using Support Vector Regression Model and GIS, *Sustainability*, University Putra Malaysia.
- Bahari, M. & Hamid, N.Z.A. (2019) Analysis and prediction of temperature time series using chaotic approach. *IOP Conferences Series: Earth and Environmental Science*. 289. 1-7.
- Brook, R.D., Franklin, B., Cascio, W., Itong, Y., Howard, G., Lipsett, M., Lcupeker, R. Mittleman, M., Samet, J., Smith, S.C., et al. (2004) Air pollution and cardiovascular disease: A statement for healthcare professionals from the Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Hearts Association. *Circulation* 109 : 2655-2671
- Cao. L.(1997) Practical Method for Determining the Minimum Embedding Dimension of a Scalar Time Series, *Elsevier*, pp 43-50.
- Defino, R., Tjoa, T., Gillen, O.L., Staimer, N., Polidori, A., Arhami, M., Jamner, L., Sioutas, C., Longhurst, J. (2010) Traffic-related air pollution and blood pressure in elderly subjects with coronary artery disease. *Epidemiology*. 21: 396-404.
- Hamid, N. Z. A., & Noorani, M. S. (2014). Suatu kajian perintis menggunakan pendekatan kalut bagi pengesanan sifat dan peramalan siri masa kepekatan PM10 *Sains Malaysiana*, 43(3), 475-481.
- Hamid. N.Z.A, Noorani .M.S.M, Juneng. L, Latiff. M.T. (2013) Prediction of Ozone Concentrations Using Nonlinear Prediction Method, *Proceedings of the 20th National Symposium on Mathematical Sciences*, pp 125-131.
- Hamid. N.Z.A., Noorani. M.S.M, Adenan. N H.(2017) Chaotic Analysis and short-term prediction of ozone pollution in Malaysian urban area, *Journal of Physics*.
- Hamid. N.Z.A., Noorani.M.S.M. (2013). An Improved Prediction Model of Ozone Concentration Time Series Based on Chaotic Approach, *International Journal of Mathematical and Computational Sciences*, Vol:7, No:11.
- Mashuri A., Adenan N.H. & Hamid N.Z.A. (2019). Determining the Chaotic Dynamics of Hydrological Data in Flood-Prone Area. *Civil Engineering and Architecture*. 7(6A), 71-76.
- Ruelle, D., Takens, F. (1971). On the nature of turbulence, *Communications in Mathematical Physics*, 20(3), 167-192.
- Sivakumar. B. (2002). A phase-space reconstruction approach to prediction of suspended sediment concentration in rivers. *Journal of Hydrology*, Volume 258, Issue 1-4, p. 149-162.
- Sivakumar. B. (2003). Forecasting Monthly Streamflow Dynamics in the Western United States: A Nonlinear Dynamical Approach. *Environmental Modelling & Software*, 18, 721-728.
- Zaim, W.N.A.W.M. (2018). Peramalan Siri Masa Ozon Mengikut Monsun Di Kawasan Pendidikan Tinggi Malaysia Melalui Pendekatan Kalut, *Universiti Pendidikan Sultan Idris*.
- Zaim, W.N.A.W.M, Hamid, N.Z.A (2017) Peramalan Bahan Pencemar Ozon (O₃) di Universiti Pendidikan Sultan Idris, Tanjung Malim, Perak, Malaysia Mengikut Monsun dengan Menggunakan Pendekatan Kalut, *Sains Malaysiana* 46(12)(2017): 2523-2528.



Zainol, M.M., Amin, N.A.S. & Asmadi, M. (2017). Preparation and characterization of impregnated magnetic particles on oil palm frond activated carbon for metal ions removal. *Sains Malaysiana* 46(5): 773-782