

Peramalan Tingkat Pencemaran Udara Akibat Kendaraan Bermotor Dengan Metode Time Series Cheng

Lian Prasetyo Sinaga*, M Yoka Fathoni, **Dedy Agung Prabowo**

Fakultas Informatika, Prodi Sistem Informasi, Institut Teknologi Telkom, Purwokerto, Indonesia
Email: ^{1,*}18103079@itttelkom-pwt.ac.id, ²myokafathoni@itttelkom-pwt.ac.id, ³dedy@itttelkom-pwt.ac.id
Email Penulis Korespondensi: 18103079@itttelkom-pwt.ac.id
Submitted 28-07-2022; Accepted 14-08-2022; Published 30-08-2022

Abstrak

Polusi udara dapat didefinisikan sebagai adanya suatu zat, energi, dari komponen yang berbeda dalam aktifitas udara lingkungan melalui berbagai aktifitas masyarakat, termasuk dalam bidang transportasi karena 70% pencemaran udara berasal dari kendaraan. Sejalan dengan beragam kebutuhan manusia untuk berpindah tempat dan beraktifitas maka kegiatan transportasi juga akan meningkat mengikuti pertumbuhan yang ada, kemajuan ini terlihat dengan semakin banyaknya jumlah kendaraan yang ada dan terus bertambah dari tahun ke tahun, termasuk pada Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Pertambahan jumlah kendaraan yang semakin meningkat dapat mengakibatkan terjadinya kemacetan, yang memberi dampak negatif berupa pencemaran udara. Polutan yang banyak dihasilkan oleh kendaraan bermotor salah satunya yaitu Karbon monoksida (CO), karbon monoksida yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor menghasilkan gangguan negatif terhadap kesehatan masyarakat. Karbon monoksida adalah gas beracun, yang dapat mengganggu hemoglobin (Hb) untuk mengantarkan oksigen segar kepada tubuh, saat persediaan oksigen berkurang akan menyebabkan nafas menjadi sesak bahkan sampai kematian sebagai akibat terburuknya. Berdasarkan permasalahan yang dijelaskan menjadi acuan dalam memprediksi besarnya parameter karbon monoksida di udara menggunakan Fuzzy Time Series Cheng yang akan ditampilkan dalam aplikasi berbasis web. Penelitian dilakukan menggunakan 30 data yang didapatkan dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) kota Yogyakarta, dengan hasil pengujian ketepatan menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) mendapatkan nilai ketidaktepatan sebesar 6,10% yang termasuk dalam kategori peramalan sangat baik.

Kata Kunci: Polusi Udara; Kendaraan; Karbon Monoksida; Peramalan; Fuzzy Time Series Cheng

Abstract

Air pollution can be defined as the presence of a substance, energy, from different components in environmental air activities through various community activities, including in the field of transportation because 70% of air pollution comes from vehicles. In line with various human needs to move places and activities, transportation activities will also increase following the existing growth, this progress can be seen by the increasing number of existing vehicles and continues to grow from year to year, including in the Special Region of Yogyakarta (DIY). The increasing number of vehicles can lead to congestion, which has a negative impact in the form of air pollution. One of the most common pollutants produced by motorized vehicles is carbon monoxide (CO), carbon monoxide produced by motorized vehicles produces a negative nuisance to public health. Carbon monoxide is a toxic gas, which can interfere with hemoglobin (Hb) to deliver fresh oxygen to the body, when oxygen supplies are reduced it will cause shortness of breath and even death as the worst consequence. Based on the problems described, it becomes a reference in predicting the amount of carbon monoxide parameters in the air using Fuzzy Time Series Cheng which will be displayed in a web-based application. The study was conducted using 30 data obtained from the Environmental Service of the city of Yogyakarta, with the results of the accuracy test using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) getting an inaccuracy value of 6.10% which is included in the very good forecasting category.

Keywords: Air pollution; Vehicle; Carbon Monoxide; Forecasting; Fuzzy Time Series Cheng

1. PENDAHULUAN

Polusi udara dapat didefinisikan sebagai adanya suatu zat, energi, dari komponen yang berbeda dalam aktifitas udara lingkungan melalui berbagai aktifitas masyarakat sehingga menyebabkan penurunan kualitas udara sampai pada tahap tertentu yang menyebabkan udara pada lingkungan tidak mampu melakukan fungsinya dengan baik.[1] Udara digambarkan sebagai campuran dari beberapa macam gas yang pengelompokkannya tidak pasti, dilihat dari tekanan udara, keadaan suhu udara, juga lingkungan sekelilingnya. Seiring dengan semakin berkembangnya zaman diikuti dengan semakin banyaknya aktifitas manusia, memiliki kecenderungan penurunan terhadap kualitas udara yang ada. Berbagai kegiatan yang dilakukan selayaknya kegiatan transportasi, industri, juga berbagai aktifitas lain memiliki dampak yang cukup signifikan untuk menyebabkan terjadinya pencemaran udara terutama pada kota-kota besar.[2] Pada bidang transportasi, aktifitas transportasi cenderung meningkat selaras dengan kebutuhan manusia dalam melakukan berbagai aktivitasnya.[3] sektor transportasi mempunyai peran besar terhadap pencemaran di udara, karena asap kendaraan memberi dampak 70% terhadap pencemaran. [4] Termasuk dalam Daerah Istimewa Yogyakarta yang menjadi salah satu tujuan wisatawan baik itu dalam maupun luar, dengan catatan kegiatan wisatawan ke Kota Yogyakarta menembus satu juta pada bulan Desember tahun 2020 yaitu sebanyak 1.384.781 wisatawan, baik dalam maupun luar negeri, dengan rincian wisatawan lokal sejumlah 1.344.211 orang, sementara wisatawan luar negeri sejumlah 40.570 orang menurut Dinas Pariwisata Kota Yogyakarta.[5]

Semakin banyaknya jumlah penduduk berpengaruh juga terhadap jumlah kendaraan yang mengalami peningkatan, terdaftar dari tahun 2017 sampai pada tahun 2020 terjadi peningkatan jumlah kendaraan yang terdaftar dari 1.311.073 menjadi 1.576.153 unit kendaraan menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Yogyakarta.[6] Pertambahan jumlah kendaraan yang semakin meningkat dapat mengakibatkan terjadinya kemacetan, yang menghasilkan pencemaran udara sebagai dampak negatifnya. Bahan bakar minyak yang digunakan untuk menggerakkan kendaraan, kemudian yang

difokuskan adalah gas buangan hasil dari pembakaran bahan bakar yang dikeluarkan knalpot yang merupakan pencampuran dari ratusan aerosol dan gas merupakan penyebab utama beragam polutan keluar. Polutan yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor adalah karbon dioksida (CO₂), hidrokarbon (HC), Sulfur dioksida (SO₂), timah hitam (Pb) nitrogen oksida (Nox) dan karbon monoksida (CO). [7]

Karbon monoksida (CO) adalah polutan yang paling banyak yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor karena bensin menghasilkan 70% karbon monoksida. Gas karbon monoksida yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat, karena karbon monoksida adalah gas pencemar beracun, yang dapat mengganggu hemoglobin (Hb) untuk mengantarkan oksigen segar kepada tubuh, saat persediaan oksigen berkurang akan menyebabkan nafas menjadi sesak bahkan sampai kematian sebagai akibat terburuknya.[8] Berdasarkan hal tersebut diimplementasikan *Fuzzy Time Series* sebagai metode untuk memprediksi karbon monoksida yang akan dihasilkan karena tujuan utama dari *fuzzy time series* adalah untuk meramalkan data runtun waktu yang dipakai secara luas pada data *real time*, termasuk juga data parameter udara, dengan kelebihan yaitu lebih mudah dikembangkan karena proses perhitungannya tidak membutuhkan sistem yang rumit serta mampu menyelesaikan nilai-nilai linguistik yang merupakan masalah peramalan data historis.[9]

Penelitian terkait yang berhubungan dengan penelitian ini diantaranya adalah Implementasi *Metode Fuzzy Time Series Cheng* untuk prediksi Konsentrasi Gas NO₂ Di Udara oleh M.Y Fathoni yaitu mengembangkan sistem informasi prediksi gas NO₂ di udara dengan *time series cheng* sebagai metodenya, kemudian diukur ketepatannya menggunakan RMSE dengan presentase 2% yang termasuk kategori sangat baik. [10]

Penelitian oleh Rahmawati, Cynthia dan Susilowati mengenai Metode *Fuzzy Time Series Cheng* dalam Memprediksi Jumlah Wisatawan di Provinsi Sumatera Barat, yaitu penerapan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dalam memprediksi jumlah wisatawan pada provinsi Sumatera Barat, yang kemudian diukur ketepatannya menggunakan MAPE dengan presentase 14.61% yang termasuk kategori baik. [11]

Penelitian oleh Fuziah, Devianto dan Maiyastari mengenai Peramalan Beban Listrik Jangka Menengah di Wilayah Teluk Kuantan dengan Metode *Fuzzy Time Series Cheng*, yaitu melakukan peramalan beban listrik periode jangka menengah menggunakan metode *Fuzzy Time Series Cheng* dalam beberapa bulan ke depan dalam pendistribusian listrik di Wilayah Teluk Kuantan, kemudian diukur ketepatannya menggunakan MAPE dengan presentase 4.45% yang termasuk kategori sangat baik. [12]

Penelitian oleh Admirani mengenai Penerapan Metode *Fuzzy Time Series* Untuk Prediksi Laba Pada Perusahaan, yaitu melakukan prediksi terhadap laba perusahaan menggunakan *heuristic time invariant fuzzy time series*, kemudian diukur ketepatannya menggunakan MAPE dengan presentase 11.64% yang termasuk kategori baik. [13]

Penelitian oleh Kanisius mengenai Peramalan Menggunakan Metode *Fuzzy Time Series Cheng* dan *Double Exponential Smoothing* (studi kasus: Jumlah Wisatawan Mancanegara di Candi Borobudur), yaitu penerapan metode *Fuzzy Time Series Cheng* serta metode *Double Exponential Smoothing* terhadap peramalan jumlah wisatawan Candi Borobudur, kemudian diukur ketepatannya menggunakan MAPE dengan presentase 7.42% yang termasuk kategori baik. [14]

Berdasarkan kondisi yang dijelaskan sebelumnya serta beberapa penelitian terkait menjadi latar belakang dalam memprediksi besarnya konsentrasi polutan udara yang disumbangkan oleh kendaraan bermotor khususnya karbon monoksida, sekaligus akan menguji seberapa baik implementasi *Time Series Cheng* dalam memprediksi data parameter karbon monoksida.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Subjek yang digunakan adalah sasaran penelitian berupa variabel untuk mendapatkan dataset yang diperlukan yaitu Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Yogyakarta, kemudian objek penelitian yang diteliti adalah data parameter udara yaitu karbon monoksida (CO). Empat tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah studi literatur, pengumpulan data, prosedur penelitian dan pengujian.

2.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan suatu cara mencari referensi teori yang berhubungan dengan permasalahan dalam penelitian[15] yaitu :

- Data parameter karbon monoksida yang dihasilkan di udara.
- Jumlah kendaraan di Kota Yogyakarta.

Referensi dapat ditemukan dari berbagai, jurnal, buku, artikel, serta macam-macam situs di internet dengan tujuan mendapatkan referensi yang memperkuat permasalahan dan menjadi acuan dalam melaksanakan penelitian.

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data-data yang diperlukan dalam menyelesaikan penelitian didapatkan melalui :

- Data Parameter CO pada kota Yogyakarta dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) kota Yogyakarta yang didapatkan pada 7 Januari 2022.
- Data jumlah kendaraan pada kota Yogyakarta dari Badan Pusat Statistik (BPS) kota Yogyakarta yang didapatkan pada 26 Januari 2022.

2.3 Prosedur Penelitian

Prosedur peramalan memakai metode *FTS Cheng* adalah sebagai berikut:

- a. Penentuan himpunan semesta (U) data aktual, dengan cara:

$$U = [D_{min}, D_{max}] \quad (1)$$

Dengan D_{min} mendefinisikan data paling kecil, sedangkan D_{max} mendefinisikan data paling besar

- b. Menentukan lebar interval melalui berbagai tahap yaitu:

1. Mencari rentang (*range*), dengan rumus yaitu :

$$R = D_{max} - D_{min} \quad (2)$$

Dimana R merupakan rentang, D_{max} merupakan data paling besar dan D_{min} merupakan data paling kecil

2. Mencari jumlah interval kelas yang terbentuk, dengan rumus persamaan Sturges:

$$K = 1 + 3,322 \times \log n \quad (3)$$

3. Mencari lebar interval, adapun rumusnya sebagai berikut:

$$I = \frac{\text{Range data } (R)}{\text{Banyaknya interval kelas } (K)} \quad (4)$$

4. Mencari nilai tengah, adapun rumusnya sebagai berikut:

$$m_i = \frac{(\text{batas bawah} + \text{batas atas})}{2} \quad (5)$$

Dengan i menyesuaikan dengan banyaknya himpunan *fuzzy*

- c. Membagi himpunan U dengan interval yang sesuai, kemudian melakukan proses membagi ulang kembali (*re-divide*) jika interval dengan nilai linguistik yang didapatkan masih lebih besar daripada rata-rata jumlah yang terbentuk, jadi harus membagi ulang kembali menghasilkan setengah dari setiap nilai linguistik yang sudah terbentuk sebelumnya.
- d. Mencari himpunan *fuzzy* A_i serta dari data aktual yang didapat kemudian mengimplementasikan fuzzifikasi
- e. Menentukan *Fuzzy Logical Relationship* (FLR) sesuai dengan data aktual dan fuzzifikasi yang sudah terbentuk sebelumnya. FLR dapat disimbolkan dengan $A_i \rightarrow A_j$, dimana A_i diartikan sebagai kondisi saat ini dan A_j diartikan sebagai kondisi diwaktu selanjutnya.
- f. Menentukan *Fuzzy Logical Relationship Group* (FLRG) dengan mengelompokkan seluruh relasi yang terbentuk serta diberikan bobot yang sesuai dengan perulangan dan urutan sama yang terbentuk. FLR dengan *current state* (A_i) sama akan dikelompokkan dalam suatu kelompok dalam suatu matriks pembobotan. Jika mendapati urutan FLR yang sesuai akan diberikan bobot seperti
 $A_4 \rightarrow A_5$, diberikan bobot 1
 $A_5 \rightarrow A_6$, diberikan bobot 1
 $A_4 \rightarrow A_5$, diberikan bobot 2
 $A_4 \rightarrow A_5$, diberikan bobot 3 dan seterusnya
- g. Menetapkan pembobotan pada kelompok relasi yang terbentuk, dengan nilai pembobotan setelah proses normalisasi.
- h. Menghitung nilai peramalan, dengan cara mengalikan matriks pembobot dengan nilai tengah dari masing-masing himpunan yang terhubung dengan rumus:

$$F(t) = L_{df}(t-1) \times Wn(t-1) \quad (6)$$

Dengan $L_{df}(t-1)$ adalah matrik himpunan *fuzzy* dan $Wn(t-1)$ adalah matrik bobot [16]

2.4 Pengujian

Proses pengujian ketepatan data hasil prediksi diimplementasikan dengan cara melakukan perbandingan antara data aktual dengan data hasil prediksi yang terbentuk untuk menilai tingkat *error* atau ketidaktepatan yang didapatkan. Metode pengukuran memiliki tujuan untuk menghasilkan ramalan optimal dengan sedikit tingkat kesalahan, kelayakan suatu data prediksi diukur dari semakin kecilnya tingkat kesalahan pada data prediksinya. Ketepatan dalam mengukur suatu peramalan dapat diukur menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), berikut cara perhitungannya:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right|}{n} \times 100\% \quad (7)$$

X_t = data aktual pada suatu periode ke- t

F_t = nilai hasil peramalan suatu periode ke- t

n = jumlah dari banyaknya data

Suatu data memiliki kinerja yang sangat bagus jika nilai MAPE berada dibawah 10%, selanjutnya kinerja bagus jika nilai MAPE berada diantara 10% dan 20%. [17]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil data jumlah kendaraan bermotor menurut Badan Pusat Statistik (BPS) Yogyakarta yang menunjukkan peningkatan jumlah kendaraan dari tahun 2017 sampai tahun 2020 yang menjadi alasan penelitian seperti pada tabel 1

Tabel 1. Data jumlah kendaraan menurut BPS Yogyakarta

No	Jenis Kendaraan	Tahun			
		2017	2018	2019	2020
1	Mobil Penumpang	143.689	158.972	168.114	171.824
2	Bus	3.448	3.655	5.041	4.754
3	Mobil Beban	40.652	43.678	47.372	46.817
4	Sepeda Motor	1.123.284	1.203.535	1.354.547	1.352.758
Jumlah		1.311.073	1.409.840	1.575.074	1.576.153

Perhitungan peramalan parameter data CO dilakukan melalui tahapan proses akuisisi data gas CO yang didapatkan sebelumnya dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Yogyakarta dengan waktu setiap 30 menit dari pukul 00.00 dan diakhiri pada pukul 14.30 WIB dengan banyaknya jumlah data yang diukur yaitu 30 data seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Data Aktual CO

No	Waktu	Parameter CO
1	00:00	2455
2	00:30	2380
3	01:00	2419
....
....
28	13:30	1214
29	14:00	1184
30	14:30	1191

3.1 Penerapan metode *Fuzzy Time Series Cheng*

Implementasi *Fuzzy Time Series Cheng* dalam meramalkan data parameter karbon monoksida di udara pada kota Yogyakarta berdasarkan data yang sudah didapatkan dengan cara sebagai berikut:

a. Penentuan Himpunan Semesta

Proses penentuan data aktual nilai terendah (D_{min}) dan nilai data tertinggi (D_{max}), untuk selanjutnya ditemukan D_1 dan D_2 sehingga diperoleh nilai himpunan semesta (*universe discourse*) $U = [1180; 2460]$

b. Menentukan lebar Interval dengan berbagai tahap yaitu:

1. Mencari rentang (range), dengan rumus

$$R = 2460 - 1180 = 1280$$

2. Mencari jumlah interval kelas yang terbentuk, dengan rumus persamaan Sturges:

$$K = 1 + 3,322 \times \log 30 \\ = 5,874500141 \text{ kemudian dibulatkan menjadi } 6$$

3. Mencari lebar interval, adapun rumusnya sebagai berikut:

$$I = \frac{1280}{6} \\ = 213,3333333$$

4. Mencari nilai tengah, dari masing-masing himpunan yang terbentuk

Setelah selesai menentukan lebar interval maka akan mendapatkan hasil dari perhitungan pertama yang digambarkan pada tabel 3.

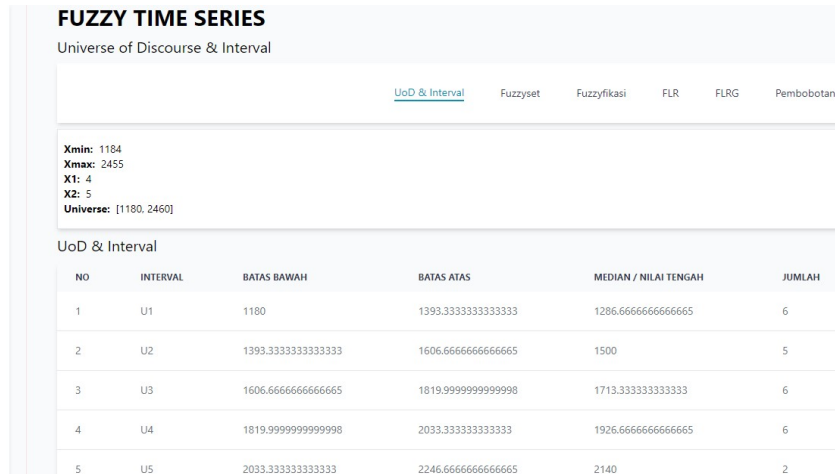
Tabel 3. Hasil perhitungan pertama

U	Interval Kelas	Jumlah	Nilai Tengah
U1	1180 ; 1393,333333	6	1286,666667
U2	1393,333333 ; 1606,666667	5	1500
U3	1606,666667 ; 1820	6	1713,333333
U4	1820 ; 2033,333333	5	1926,666667
U5	2033,333333 ; 2246,666667	2	2140
U6	2246,666667 ; 2460	5	2353,333333

Tampilan awal pembentukan himpunan semesta dan interval juga bisa dilihat dalam bentuk implementasi *website* seperti pada gambar 1.



Beranda
Data Aktual
Fuzzy Time Series
Data Hasil Prediksi
Grafik Hasil Prediksi



Gambar 1. Tampilan pembentukan himpunan dan interval

- c. Berdasarkan perhitungan pertama yang dilakukan masih didapatkan data *historical* yang lebih besar daripada jumlah rata-rata yang dihasilkan yaitu $\frac{1}{2} \times 6 = 3$, maka harus dilakukan proses *re-divide* menjadi setengahnya dengan hasil digambarkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan setelah *re-divide*

U	Interval Kelas	Jumlah	Nilai Tengah
U1	1180 ; 1286,666667	3	1233,333333
U2	1286,666667 ; 1393,333333	3	1340
U3	1393,333333 ; 1500	3	1446,666667
U4	1500 ; 1713,333333	2	1553,333333
U5	1713,333333 ; 2246,666667	3	1660
U6	2246,666667 ; 1820	3	1766,666667
U7	1820 ; 1926,666667	3	1873,333333
U8	1926,666667 ; 2033,333333	3	1980
U9	2033,333333 ; 2246,666667	2	2140
U10	2246,666667 ; 2353,333333	2	2300
U11	2353,333333 ; 2460	3	2406,666667

- d. Melakukan proses Fuzzifikasi dengan cara menentukan data menjadi nilai linguistik kemudian diubah kedalam interval yang sesuai berdasarkan data konsentrasi CO yang didapat, seperti pada bulan Desember pada jam 00:30 sebesar 2380, yang dikelompokkan dalam keanggotaan dengan nilai linguistik A11, karena berada dalam interval antara [2353,333333 ; 2460], sama halnya juga dengan data pada jam 02:00 sebesar 2254 yang dikelompokkan dalam keanggotaan dengan nilai linguistik A10, karena berada dalam interval antara [2246,666667 ; 2353,333333]. Pengelompokan yang sama juga dilakukan dengan data CO lainnya yang ditampilkan pada tabel 5.

Tabel 5. Fuzzifikasi

Waktu	Parameter CO	Fuzzifikasi
00:00	2455	A11
00:30	2380	A11
01:00	2419	A11
01:30	2342	A10
....
....
13:00	1299	A2
13:30	1214	A1
14:00	1184	A1
14:30	1191	A1

- e. *Fuzzy Logic Relation* (FLR)

Proses FLR ditentukan berdasarkan pada data historis yang telah melalui proses fuzzifikasi dalam perhitungan sebelumnya. Penentuan FLR digambarkan $A_i \rightarrow A_j$, dimana A_i adalah data himpunan pengamatan sebelumnya

yaitu $F(t - 1)$, kemudian A_j adalah himpunan pengamatan saat ini yaitu $F(t)$ pada data *time series*. seperti pada tabel 6.

Tabel 6. FLR

Waktu	Parameter CO	Fuzzifikasi	FLR
00:00	2455	A11	NA > A11
00:30	2380	A11	A11 > A11
01:00	2419	A11	A11 > A11
01:30	2342	A10	A11 > A10
....
....
13:00	1299	A2	A2 > A2
13:30	1214	A1	A2 > A1
14:00	1184	A1	A1 > A1
14:30	1191	A1	A1 > A1

f. *Fuzzy Logic Relation Group* (FLRG)

Proses FLRG ditentukan dengan mengelompokkan seluruh relasi yang terbentuk pada proses FLR sebelumnya serta diberikan bobot yang sesuai dengan perulangan dan urutan yang terbentuk, seperti digambarkan pada tabel 7.

Tabel 7. FLRG

Nilai	FLRG
A1	A1,A1
A2	A2,A2,A1
A3	A3,A3,A2
A4	A4,A3
A5	A5,A5,A6
A6	A5,A7,A4
A7	A6,A7,A8
A8	A9,A8,A6
A9	A9,A8
A10	A10,A7
A11	A11,A11,A10

g. Pembobotan

Memberikan nilai pembobotan pada setiap kelompok relasi yang ada sesuai dengan FLRG yang terbentuk kemudian didapatkan hasil pembobotan seperti pada tabel 8.

Tabel 8. Pembobotan

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11
A1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
A4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
A5	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
A6	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
A7	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
A8	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
A9	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
A10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2

Sebagai contoh jika ingin menghitung nilai pembobotan A2 , karena A2 berhubungan dengan A1 dan A2 maka menghasilkan nilai $[1/2, 2/2]$ sesuai dengan jumlah nilai pembobotan masing-masing dan jumlah nilai keseluruhan dari pembobotan yang terbentuk dalam relasi tersebut.

h. Perhitungan Nilai Prediksi

Selanjutnya adalah proses perhitungan nilai prediksi sesuai dengan rumus perhitungan (6), dengan contoh sebagai berikut:

$$F(\text{jam } 01:00) = L_{af}(\text{jam } 01:00) \circ Wn(\text{jam } 00:30)$$

$$F(\text{jam } 01:00) = L_{af}(m1, m2) \circ Wn \left[\frac{1}{3}, \frac{2}{3} \right]$$

$$F(\text{jam } 01:00) = L_{af} [2300, 2406,666667] o Wn \left[\frac{1}{3}, \frac{2}{3} \right]$$

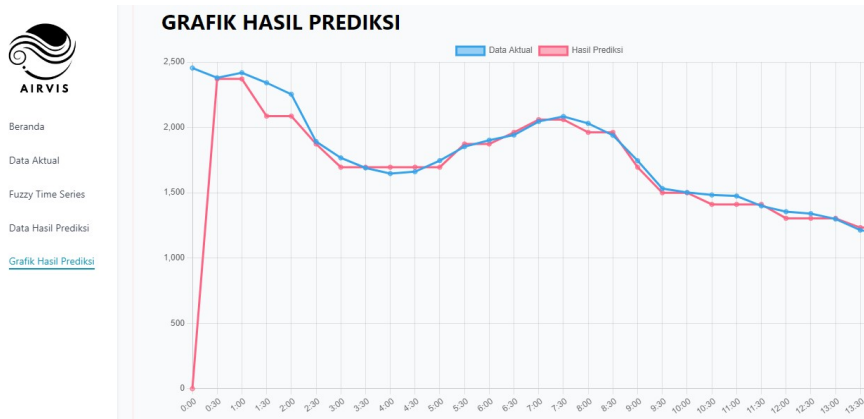
$$F(\text{jam } 01:00) = 2347,4$$

Tampilan untuk keseluruhan nilai prediksi yang lengkap ditampilkan dalam tabel 9 sebagai berikut

Tabel 8. Hasil akhir prediksi

Waktu	Parameter CO	Prediksi
00:00	2455	NA
00:30	2380	2347,4
01:00	2419	2347,4
01:30	2342	2347,4
....
....
13:00	1299	1291,4
13:30	1214	1291,4
14:00	1184	1233,333333
14:30	1191	1233,333333

Selanjutnya ada tampilan grafik yang akan membandingkan nilai dari data aktual dengan hasil prediksi yang sudah diselesaikan dalam bentuk tampilan website yang sudah dibuat sebelumnya seperti dalam gambar 2.



Gambar 2. Tampilan grafik hasil prediksi

3.2 Pengujian

Proses pengujian ketepatan data hasil prediksi diimplementasikan dengan cara melakukan perbandingan antara data aktual dengan data hasil prediksi yang terbentuk untuk menilai tingkat error atau ketidaktepatan yang didapatkan. Pengujian ketepatan hasil peramalan menggunakan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dengan hasil pengujian digambarkan seperti pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil pengujian menggunakan MAPE

Indeks waktu	Data Aktual	Peramalan	Error	Nilai Absolut Error	Nilai Absolut Error dibagi dengan nilai Aktual
T	At	Ft	At -Ft	At -Ft	(At -Ft)/At
1	2455	NA	NA	NA	NA
2	2380	2347,4	32,6	32,6	0,013697479
3	2419	2347,4	71,6	71,6	0,029599008
4	2342	2347,4	-5,4	5,4	0,002305722
5	2254	2086,666667	167,3333333	167,3333333	0,074238391
6	1892	2086,666667	-194,6666667	194,6666667	0,102889359
7	1767	1854,6	-87,6	87,6	0,049575552
8	1690	1678,6	11,4	11,4	0,006745562
9	1647	1678,6	-31,6	31,6	0,0191864
10	1661	1678,6	-17,6	17,6	0,010596026
11	1746	1678,6	67,4	67,4	0,03860252
12	1853	1678,6	174,4	174,4	0,094117647
13	1902	1854,6	47,4	47,4	0,024921136
14	1942	1854,6	87,4	87,4	0,045005149
15	2046	1942,6	103,4	103,4	0,050537634

