

**IMPLEMENTASI METODE *GREY-MARKOV* DALAM MERAMALKAN
BANYAKNYA EMISI GAS RUMAH KACA DI INDONESIA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika
(S.Mat) pada Program Studi Matematika



Oleh :

Dhaneswara Luthfiandari Prastowo

1905523

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2023**

LEMBAR HAK CIPTA

**IMPLEMENTASI METODE *GREY-MARKOV* DALAM MERAMALKAN
BANYAKNYA EMISI GAS RUMAH KACA DI INDONESIA**

Oleh:
Dhaneswara Luthfiandari Prastowo
NIM 1905523

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Dhaneswara Luthfiandari Prastowo 2023
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang
Skripsi tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang,
difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis

LEMBAR PENGESAHAN

DHANESWARA LUTHFIANDARI PRASTOWO

IMPLEMENTASI METODE *GREY-MARKOV* DALAM MERAMALKAN
BANYAKNYA EMISI GAS RUMAH KACA DI INDONESIA

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing

Pembimbing I



Dr. Hj. Entit Puspita, S.Pd., M.Si.

NIP. 196704081994032002

Pembimbing II



Fitriani Agustina, S.Si., M.Si.

NIP. 198108142005012001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si.

NIP. 198207282005012001

ABSTRAK

Pelepasan gas-gas rumah kaca ke atmosfer dapat menciptakan efek rumah kaca menyebabkan pemanasan global. Efek ini menyebabkan menipisnya lapisan penahan panas (ozon) di atmosfer dan menyebabkan peningkatan suhu rata-rata bumi. Akibatnya, perubahan iklim terjadi, termasuk peningkatan suhu global, perubahan pola cuaca yang ekstrem, peningkatan permukaan air laut, dan dampak lainnya terhadap lingkungan dan kehidupan di bumi. Menurut data dari WMO, rata-rata suhu permukaan bumi selama bulan Juli 2023 menjadi bulan terpanas sepanjang sejarah manusia. Peramalan emisi gas rumah kaca dapat dilakukan sebagai salah satu cara untuk memprediksi kebutuhan di masa yang akan datang. Berbagai penelitian terus dilakukan dengan tujuan memprediksi kejadian di masa depan dengan akurasi tinggi. Salah satu metode perhitungan yang dapat dilakukan yaitu menggunakan metode Grey–Markov. Metode Grey memberikan akurasi tinggi ketika diterapkan pada data pendek (terbatas) dengan sifat peramalan jangka pendek yang memberikan hasil peramalan yang baik dan akurat. Sedangkan Metode Grey-Markov dapat mengurangi fluktuasi acak data yang mempengaruhi ketepatan peramalan dan mengembangkan ruang lingkup metode peramalan grey. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil akurasi peramalan metode Grey (1,1) dan Grey-Markov (1,1) menggunakan MAPE untuk variabel GRK, energi, IPPU, pertanian, FOLU, dan limbah sangat akurat, sedangkan hasil peramalan variabel kebakaran hutan tidak akurat. Kemudian hasil akurasi menggunakan RMSE pada metode Grey (1,1) lebih kecil dibandingkan pada metode Grey-Markov (1,1).

Kata kunci : Grey, Grey-Markov, Gas Rumah Kaca, Bumi, MAPE, RMSE

ABSTRACT

Releasing greenhouse gases into the atmosphere can create a greenhouse effect, leading to global warming. This effect causes depletion of the atmosphere's heat-retaining layer (ozone) and increases the Earth's average temperature. As a result, climate change occurs, including increased global temperatures, changes in extreme weather patterns, rising sea levels, and other impacts on the environment and life on Earth. According to data from the WMO, the Earth's average surface temperature during July 2023 became the hottest month in human history. Forecasting greenhouse gas emissions can be done as a way to predict future needs. Various studies continue to be conducted to predict future events with high accuracy. One of the calculation methods that can be done is using the Grey- γ -Markov method. When applied to short (limited) data, the Grey method provides high accuracy with short-term forecasting properties that provide good and accurate results. The Grey-Markov Method can reduce random fluctuations in data that affect forecasting accuracy and expand the scope of grey forecasting methods. The results showed that the forecasting accuracy results of the Grey (1,1) and Grey-Markov (1,1) methods using MAPE for GHG, energy, IPPU, agriculture, FOLU, and waste variables were very accurate. In contrast, the results of forecasting forest fire variables were inaccurate. Then, the accuracy results using RMSE in the Grey (1,1) method are smaller than in the Grey-Markov (1,1) method.

Keywords: Grey, Grey-Markov, Greenhouse Gas, Earth

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN TEORI	7
2.1. Efek Gas Rumah Kaca.....	7
2.2. Analisis Runtun Waktu.....	10
2.2.1. Tujuan Analisis Runtun Waktu.....	10
2.2.2. Jenis Data Menurut Waktu.....	10
2.3. Estimasi Parameter a dan b	11
2.4. Transformasi Laplace	11
2.5. Rantai Markov	12
2.6. Koefisien Variansi	13
2.7. Metode Grey	13
2.8. Metode Grey-Markov	16
2.9. Tingkat Akurasi.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3. 1. Jenis Penelitian	20
3. 2. Jenis dan Sumber Data	20
3. 3. Variabel Penelitian	20

3. 4. Langkah Analisis Data	21
3. 5. Alur Penelitian	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1. Grafik Runtun Waktu Data Asli.....	23
4.2. Metode Grey	27
4.3. Metode Grey-Markov	31
4.4. Tingkat Akurasi.....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1. Kesimpulan	42
5.2. Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Data Emisi GRK Indonesia Pada Sektor Energi	24
Gambar 4. 2 Data Emisi GRK Indonesia Pada Sektor IPPU	24
Gambar 4. 3 Data Emisi GRK Indonesia Pada Sektor Pertanian.....	25
Gambar 4. 4 Data Emisi GRK Indonesia Pada Sektor FOLU	25
Gambar 4. 5 Data Emisi GRK Indonesia Pada Sektor Kebakaran Hutan.....	26
Gambar 4. 6 Data Emisi GRK Indonesia Pada Sektor Limbah	26
Gambar 4. 7 Emisi GRK Indonesia	27
Gambar 4. 8 Grafik Perbandingan Gas Emisi Rumah Kaca Indonesia.....	34
Gambar 4. 9 Grafik Perbandingan Gas Emisi Rumah Kaca Sektor Energi	35
Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan Gas Emisi Rumah Kaca Sektor IPPU	35
Gambar 4. 11 Grafik Perbandingan Gas Emisi Rumah Kaca Sektor Pertanian....	36
Gambar 4. 12 Grafik Perbandingan Gas Emisi Rumah Kaca Sektor FOLU	36
Gambar 4. 13 Grafik Perbandingan Gas Emisi Rumah Kaca Sektor Kebakaran Hutan	37
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Gas Emisi Rumah Kaca Sektor Limbah	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Akurasi Metode Grey Markov	18
Tabel 4. 1 Nilai Koefisien Variansi dari Setiap Sektor	23
Tabel 4. 2 Data Aktual $x(0)(k)$	27
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan $x(1)(k)$	28
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan $z(1)(k)$	29
Tabel 4. 5 Tabel Perhitungan Parameter a dan b	29
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Nilai Prediksi AGO	30
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Nilai Prediksi Metode Grey.....	30
Tabel 4. 8 Tabel Nilai Error Relatif Metode Grey (1,1).....	31
Tabel 4. 9 Nilai Batas Untuk Masing-Masing Keadaan	32
Tabel 4. 10 Matriks Probabilitas Transisi	32
Tabel 4. 11 Prediksi Keadaan Tahun 2020	33
Tabel 4. 12 Hasil Prediksi Metode Grey-Markov (1,1)	33
Tabel 4. 13 Tingkat Akurasi Metode	38

DAFTAR PUSTAKA

- Awasthu, A. K., Li, J., Koh, L., & Ogunseitan, O. A. (2019, Maret 15). *Circular Economy And Electronis Waste*. Diambil kembali dari Nature Electronics: <https://www.nature.com/articles/s41928-019-0225-2>
- Binus University School of Computer Science. (2013, Juni 30). *Markov Chain*. Dipetik Agustus 1, 2023, dari <https://socs.binus.ac.id/>: <https://socs.binus.ac.id/2013/06/30/markov-chain/>
- Cannon, J. (2019, Juli 24). *Tokyo 2020 Olympic medals made from 80,000 tons of recycled mobile phones, electronics*. Diambil kembali dari USA TODAY: <https://www.usatoday.com/story/money/2019/07/24/tokyo-2020-olympic-medal-project-recycled-cellphones-electronics/1820927001/>
- Chang, P. W. (2007). The Development of a Weighted Evolving Fuzzy Neural Network for PCB Sales Forecasting. *Expert Systems with Applications*, 86-96.
- Defitri, M. (2022, Oktober 12). *Pengelolaan Sampah Elektronik dan Peraturannya di Indonesia*. Diambil kembali dari waste4change: <https://waste4change.com/blog/pengelolaan-sampah-elektronik-dan-peraturannya-di-indonesia/>
- Dinas Lingkungan Hidup. (2018). *Pengertian dan Efek Rumah Kaca*. Yogyakarta: Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sleman.
- Fitri, G. F., Agustina, F., & Marwati, R. (2019, Januari 2). *Penerapan Metode Grey System Pada Peramalan Produk Olefins*. Diambil kembali dari ejournal.upi.edu: <https://ejournal.upi.edu/index.php/JEM/article/view/14850>
- He, Y., & Bao, Y. (1992). Grey Markov Chain Prediction Model and The Implication. *Systems Practice*, 34-37.
- I Wayan Sumarjaya, S. M. (2016, Juli 13). *Modul Analisis Deret Waktu*. Diambil kembali dari <https://simdos.unud.ac.id/>: https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pondidikan_1_dir/5fd0d25a09bf992287897e4920c6c831.pdf

- Intharathirat, R., Salam, P. A., Kumar, S., & Untong, A. (2015). Waste Management. *Forecasting of municipal solid waste quantity in a developing country using multivariate grey models*, 1-2.
- Ju-Long, D. (1982). Control Problems of Grey Systems. *Systems & Control Letters*, 1, 288-294.
- Ju-Long, D. (1998). *Primary Methods of Grey Systems*. Wuhan: Huazhong University of Science.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2017, Agustus 17). *Mengenai Perubahan Iklim*. Dipetik November 11, 2022, dari <http://ditjenppi.menlhk.go.id>:
<http://ditjenppi.menlhk.go.id/kcpi/index.php/info-iklim/perubahan-iklim>
- Liu, S., & Lin, J. Y. (2006). *Advances in Grey Systems Research*. Oxford: Elsevier. Diambil kembali dari Google Books.
- Misbahuddin, & Hasan, I. (2013). *Analisis Data Penelitian Dengan Statistik*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Moody, J. (2019, September 6). *What does RMSE really mean?* Dipetik Agustus 21, 2023, dari <https://towardsdatascience.com>:
<https://towardsdatascience.com/what-does-rmse-really-mean-806b65f2e48e>
- NASA Global Climate Change. (2023, Juni 9). *What is Climate Change*. Dipetik Juni 19, 2023, dari climate.nasa.gov: https://climate.nasa.gov/global-warming-vs-climate-change/#what_is_climate_change
- Ross, S. M. (2010). *Introduction to Probability Models*. San Diego: Elsevier Inc.
- Soejoeti, Z. (1987). *Analisis Runtun Waktu*. Jakarta: Karunika Universitas Terbuka.
- Song, F., Liu, J., Zhang, T., Guo, J., Tian, S., & Xiong, D. (2020). The Grey Forecasting Model for the Medium and Long Term Load Forecasting. *Journal of Physics : Conference Series*, 1-2. Dipetik Juli 9, 2023, dari <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1654/1/012104/pdf>
- Sudjana. (2002). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.

- United States Environmental Protection Agency. (2023, April 13). *Overview of Greenhouse Gases*. Dipetik Juni 19, 2023, dari www.epa.gov:
<https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>
- Zanzawi Soejoeti, P. (1987). *Materi Pokok Analisis Runtun Waktu*. Jakarta: Karunika Universitas Terbuka.
- Zhan-li, M. &.-h. (2011). Application of Grey-Markov Model in Forecasting Fire Accidents. *Journal Procedia Engineering*, 314-318.