

ANALISA TREN TAHUNAN DATA METEOROLOGI KOTA JAKARTA TAHUN 2000 HINGGA 2009

Vincentius¹

¹Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara, Jln.
Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, 11440, Indonesia
E-mail: vincentius.825220030@stu.untar.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perubahan iklim kota Jakarta dari data meteorologi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) tahun 2000 hingga 2009. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa perhitungan nilai rata – rata pada variabel data BMKG. Hasil analisa yang dipaparkan pada penelitian ini terdiri dari 9 variabel data BMKG yaitu temperatur minimum dengan nilai terendahnya ditahun 2001 dan tertinggiya ditahun 2005. Temperatur maksimum dengan nilai terendahnya ditahun 2000 dan tertinggiya ditahun 2003, 2004, dan 2006. Temperatur rata – rata dengan nilai terendahnya ditahun 2000 dan tertinggiya ditahun 2004 dan 2006. Kelembapan rata – rata dengan nilai terendahnya ditahun 2006 dan tertinggiya ditahun 2002. Curah hujan dengan nilai terendahnya ditahun 2006 dan tertinggiya ditahun 2007. Lama penyinaran matahari dengan nilai terendahnya ditahun 2000 dan tertinggiya ditahun 2006. Kecepatan angin maksimum dengan nilai terendahnya ditahun 2005 dan tertinggiya ditahun 2007. Kecepatan angin rata – rata dengan nilai terendahnya ditahun 2005 dan tertinggiya ditahun 2007. Arah angin saat kecepatan maksimum dengan nilai terendahnya tahun 2002 dan tertinggiya ditahun 2007. Penelitian ini diharapkan dapat membantu memberikan pemahaman mengenai analisa data meteorologi.

Kata kunci— Tren tahunan, jakarta, perubahan iklim, data meteorologi, analisa.

Abstract

This study aims to analyze climate change in the city of Jakarta from the meteorological data of the Meteorology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG) from 2000 to 2009. The method used in this research is the calculation of the average value of BMKG data variables. The results of the analysis presented in this study consist of 9 BMKG data variables, namely minimum temperature with the lowest value in 2001 and the highest in 2005. Maximum temperature with the lowest value in 2000 and the highest in 2003, 2004 and 2006. Average temperature with the lowest value in 2000 and the highest in 2004 and 2006. Average humidity with the lowest value in 2006 and the highest in 2002. Rainfall with the lowest value in 2006 and the highest in 2007. Length of sunshine with the lowest value in 2000 and the highest in 2006. Maximum wind speed with the lowest value in 2005 and the highest in 2007. Average wind speed with the lowest value in 2005 and the highest in 2007. Wind direction at maximum speed with the lowest value in 2002 and the highest in 2007. This research is expected to help provide an understanding of meteorological data analysis.

Keywords—3-5 Annual trend, Jakarta, climate change, meteorological data, analysis.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis yang hanya memiliki dua musim yakni, musim hujan dan musim kemarau. Jakarta sebagai Ibukota Indonesia memiliki populasi penduduk terpadat diantara kota – kota lain dengan segala kegiatan ekonominya [1]. Dengan banyaknya gedung – gedung tinggi di kota Jakarta menyebabkan polusi udara yang dihasilkan dari kendaraan motor

maupun mobil terperangkap [2]. Polusi udara ini dapat mengakibatkan pemanasan global dan juga menjadikan kota Jakarta tidak layak untuk ditinggali karena masalah kesehatan. Dampak dari pemanasan global ini salah satunya yakni peningkatan suhu bumi [3]. Temperatur yang naik akibat pemanasan global dapat mengganggu aktivitas kehidupan maupun ekonomi kota Jakarta. Temperatur bumi diperkirakan kian bertambah untuk beberapa tahun kedepan [4].

Perubahan iklim yang terus terjadi dapat merubah pola curah hujan menjadi tidak menentu dan memicu terjadinya banjir. Banjir di kota Jakarta merupakan fenomena tahunan yang selalu terjadi saat memasuki musim hujan [5]. Curah hujan ekstrem berpotensi besar terjadi bila adanya kenaikan curah hujan saat musim hujan [6]. Namun sebaliknya saat musim kemarau dengan intensitas penyinaran matahari menjadi lebih tinggi menjadikan curah hujan menurun signifikan. Penyinaran matahari dipercaya memiliki efek baik salah satunya untuk pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) [7]. Penyinaran matahari Indonesia yang merata pada wilayah khatulistiwa sangat melimpah untuk dimanfaatkan sebagai energi pengganti [8]. Namun dengan penyinaran matahari di kota Jakarta yang permukaannya didominasi oleh beton dan aspal dimana cenderung menyerap dan menyimpan panas dapat berefek buruk.

Selain PLTS sebagai pemanfaatan energi terbarukan, angin juga merupakan salah satu pemanfaatan yang diterapkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Udara (PLTU). Kecepatan angin merupakan faktor yang berpengaruh pada kualitas udara dan efisiensi energi [9]. Kualitas udara yang buruk dapat mempengaruhi kenyamanan hidup dan produktivitas masyarakat. Kecepatan angin yang rendah menyebabkan konsentrasi polutan udara naik sehingga berakibat pada kualitas udara menjadi buruk [10]. Kualitas udara yang buruk akibat polutan udara dapat di atasi dengan kelembapan udara yang cukup tinggi. Kemungkinan terjadi hujan semakin besar bila kelembapan udara cukup tinggi [11]. Namun kelembapan yang tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan jamur dan bakteri. Kelembapan udara yang tinggi dapat menjadi pertanda akan ada angin topan [12]. Selain itu, suhu yang tinggi dan kelembapan yang berlebih dapat membuat udara terasa panas dan pengap.

Maka dari itu, diperlukan penelitian mengenai analisa tren tahunan pada data iklim kota Jakarta yang melibatkan data – data iklim dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Data meteorologi dari BMKG memiliki manfaat penting seperti memperkirakan dan mencegah terjadinya kondisi cuaca yang ekstrim [13]. Untuk mendapatkan prediksi kedepan diperlukan analisa data dari pengamatan sebelumnya [14]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh perubahan iklim yang terjadi di kota Jakarta dari tahun ketahun.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan studi kuantitatif dengan analisa tren tahunan. Data yang digunakan untuk analisa perlu dilakukan pembersihan *dataset* dan penanganan *missing values* agar data yang akan disajikan lebih akurat. Untuk melakukan pembersihan *dataset* dan penanganan *missing values*, bahasa pemrograman yang digunakan adalah *python*. *Python* merupakan bahasa pemrograman yang banyak digunakan pada bidang analisa data dan sains [15]. Data yang akan ditampilkan dari analisa tren tahunan ini berupa perhitungan nilai rata – rata pada data variabel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data iklim yang akan digunakan untuk analisis berasal dari Stasiun Meteorologi Kemayoran di kota Jakarta dengan provinsi DKI Jakarta, pada *website* BMKG yang dapat diakses melalui tautan <https://dataonline.bmkg.go.id/>. Data iklim ini diambil setiap hari dalam rentang waktu tahun 2000 sampai 2009, lalu dibuat *dataset* menggunakan format *Excel* yang berisikan data iklim sebanyak 3654 baris dan 11 kolom variabel dengan keterangannya pada **Tabel 1**.

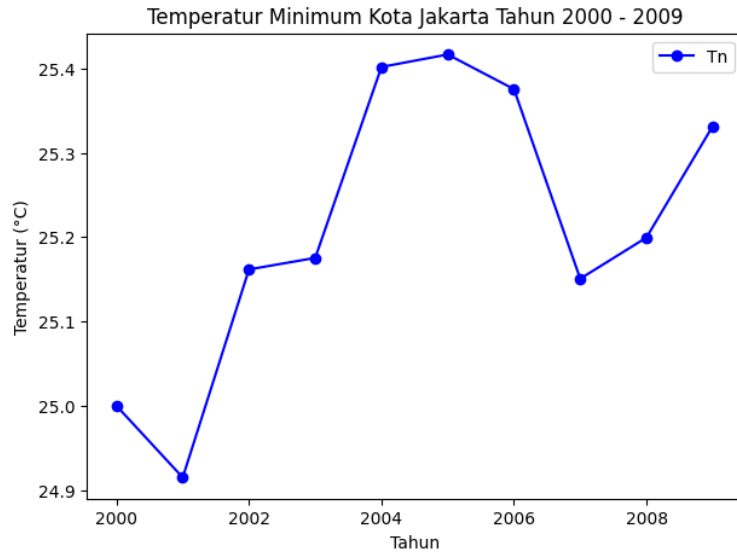
Tabel 1 Variabel *Dataset*

Variabel	Keterangan
Date	Tanggal saat data diambil (YYYY-MM-DD)
Tn	Temperatur minimum (°C)
Tx	Temperatur maksimum (°C)
Tavg	Temperatur rata – rata (°C)
RH_avg	Kelembapan rata – rata (%)
RR	Curah hujan (mm)
ss	Lamanya penyinaran matahari (jam)
ff_x	Kecepatan angin maksimum (m/s)
ddd_x	Arah angin saat kecepatan maksimum (°)
ff_avg	Kecepatan angin rata – rata (m/s)
ddd_car	Arah angin terbanyak (°)

Untuk memastikan data yang akan disajikan lebih akurat maka dilakukan penanganan *missing values*. Pada *dataset* yang dibuat peneliti, ditemukan data dengan nilai 8888 dan 9999. Nilai 8888 diartikan sebagai data yang tidak terukur dan nilai 9999 diartikan sebagai tidak ada data. Data yang tidak ada dan tidak terukur dapat ditangani dengan menggunakan fungsi *ffill* (*Forward Fill*) dan *bfill* (*Backward Fill*). Fungsi *ffill* mengisi nilai yang hilang dengan nilai terakhir yang tersedia di atasnya pada kolom variabel tersebut dan fungsi *bfill* mengisi nilai yang hilang dengan nilai terakhir yang tersedia dibawahnya pada kolom variabel tersebut. Sebelum menjalankan fungsi *ffill* dan *bfill*, data perlu diubah menjadi *Not a Number* (NaN) dengan memanggil fungsi *data.replace* agar data dapat diubah pada bahasa pemrograman *python*.

Pada *dataset* yang sudah tidak memiliki *missing values* akan dilakukan pembersihan *dataset* mencakup penghapusan kolom dengan variabel *ddd_car* (Arah Angin Terbanyak) dan membuat kolom tahun dengan mengekstrak data *date* dari *dataframe*. Penghapusan kolom dengan variabel *ddd_car* dilakukan karena variabel tersebut mengandung tipe data yang bukan numerik sehingga tidak dapat digunakan pada penelitian kuantitatif. Sedangkan, pembuatan kolom tahun bertujuan untuk memudahkan peneliti dalam membuat grafik tren tahunan. Untuk melakukan penghapusan kolom dapat dilakukan dengan memanggil fungsi *data.drop* dan untuk melakukan pembuatan kolom tahun dapat memanggil fungsi *pandas*.

Data yang sudah diolah melalui proses pembersihan *dataset* dan penanganan *missing values* akan dianalisis dengan perhitungan nilai rata – rata pada semua variabel di setiap tahunnya. Data yang sudah dihitung akan dibuatkan *line chart* menggunakan fungsi *matplotlib.pyplot* untuk menampilkan hasil analisa yang ada.



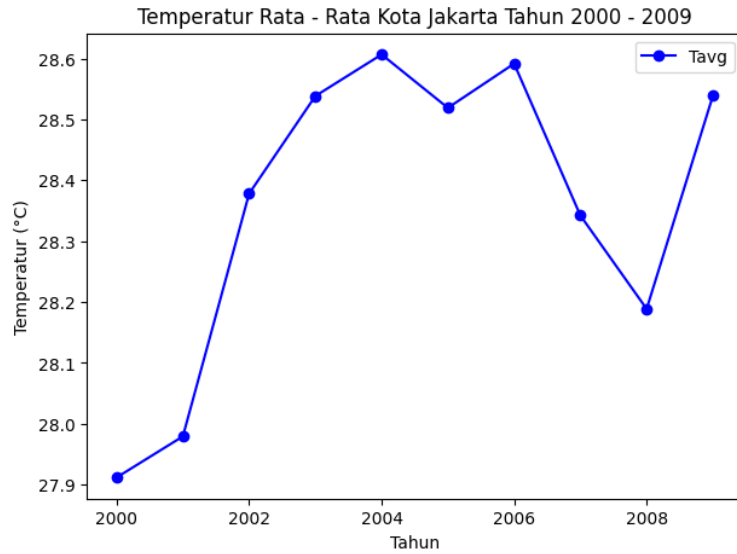
Gambar 1 Tren Tahunan Temperatur Minimum

Gambar 1 menampilkan nilai rata – rata dari variabel Tn yaitu temperatur minimum kota Jakarta, berada pada 25,0°C ditahun 2000. Kemudian terjadi sedikit penurunan ditahun 2001 menjadi 24,9°C, lalu temperatur mengalami lonjakan yang cukup signifikan ditahun 2001 hingga 2005 mencapai 25,4°C. Setelah itu terjadi penurunan menjadi 25,1°C ditahun 2005 sampai 2007, temperatur kembali mengalami kenaikan menjadi 25,3°C.



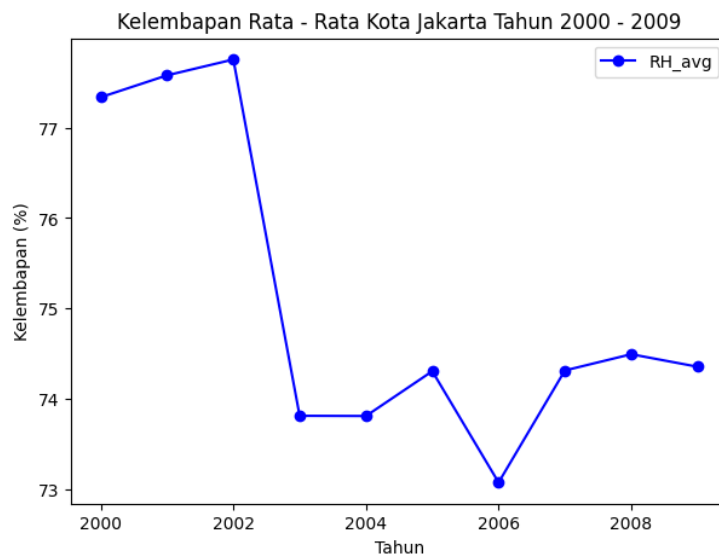
Gambar 2 Tren Tahunan Temperatur Maksimum Kota Jakarta Tahun 2000 - 2009

Pada **Gambar 2** menampilkan nilai rata – rata dari variabel Tx yaitu temperatur maksimum kota Jakarta yang berada pada 31,8°C mengalami kenaikan temperatur mencapai 32,7°C ditahun 2000 hingga 2004. Lalu temperatur mengalami sedikit penurunan sampai tahun 2005 menjadi 32,6°C, kemudian temperatur kembali naik sampai tahun 2006 menjadi 32,7°C. Periode 2006 sampai 2008 mengalami penurunan temperatur menjadi 32,1°C, kemudian naik menjadi 32,5°C ditahun 2009.



Gambar 3 Tren Tahunan Temperatur Rata – Rata Kota Jakarta Tahun 2000 - 2009

Selanjutnya pada **Gambar 3**, menampilkan nilai rata – rata dari variabel Tavg yaitu temperatur rata – rata kota Jakarta yang berada pada 27,9°C ditahun 2000. Kemudian Temperatur mengalami kenaikan sampai tahun 2004 menjadi 28,6°C. Periode 2004 hingga 2006 mengalami fluktuasi menjadi 28,5°C kemudian kembali naik menjadi 28,6°C. Setelah itu, temperatur mengalami penurunan sampai tahun 2008 menjadi 28,1°C, kemudian kembali naik sampai tahun 2009 menjadi 28,5°C.



Gambar 4 Tren Tahunan Kelembapan Rata – Rata Kota Jakarta Tahun 2000 - 2009

Menurut **Gambar 4**, nilai rata – rata dari variabel RH_avg yaitu kelembapan rata – rata kota Jakarta berada pada 77,3% ditahun 2000. Kelembapan mengalami kenaikan sampai 77,7% dari tahun 2000 hingga 2002, lalu terjadi penurunan yang cukup tinggi sampai 2003 menjadi 73,8%. Pada tahun 2003 hingga 2004 kelembapan stabil di 73,8%, kemudian mengalami kenaikan menjadi 74,3% pada tahun 2005. Periode 2005 hingga 2007, kelembapan mengalami fluktuasi menjadi 73% sebagai titik terendah kemudian meningkat kembali menjadi 74,3%. Periode 2007 hingga 2009 juga mengalami fluktuasi menjadi 74,5% dan menurun kembali menjadi 74,3%.



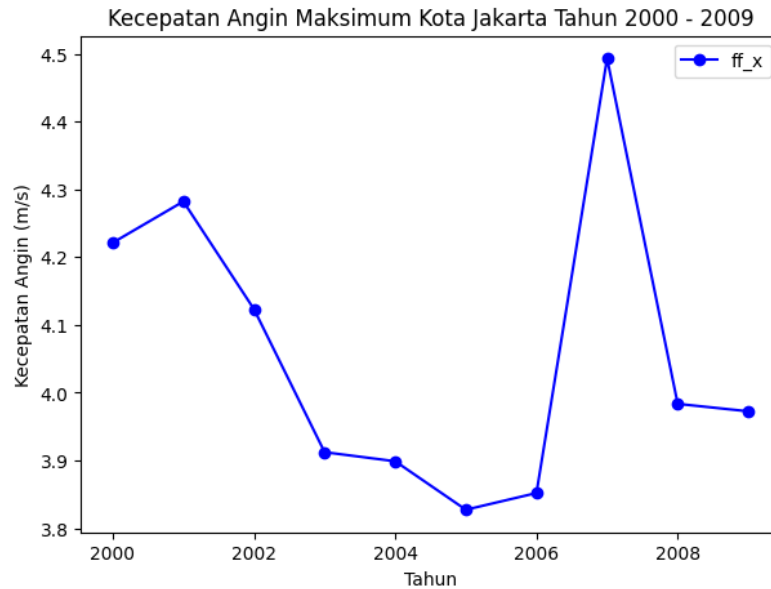
Gambar 5 Tren Tahunan Curah Hujan Kota Jakarta Tahun 2000 - 2009

Gambar 5 menampilkan nilai rata – rata dari variabel RR yaitu curah hujan kota Jakarta, berada pada 4,9 mm ditahun 2000 dan mengalami penurunan sampai 4,6 mm ditahun 2001. Terjadi kenaikan curah hujan ditahun 2002 hingga 6 mm dan ditahun 2003 kembali turun menjadi 5,2 mm. Periode 2003 hingga 2005 mengalami kenaikan curah hujan sampai 6,2 mm, kemudian terjadi penurunan yang cukup drastis hingga 4,5 mm ditahun 2006. Ditahun 2006 hingga 2007 curah hujan mengalami kenaikan yang sangat besar mencapai 6,7 mm, lalu terjadi penurunan hingga 5,4 mm ditahun 2008 dan stabil sampai ditahun 2009 hingga 5,5 mm.



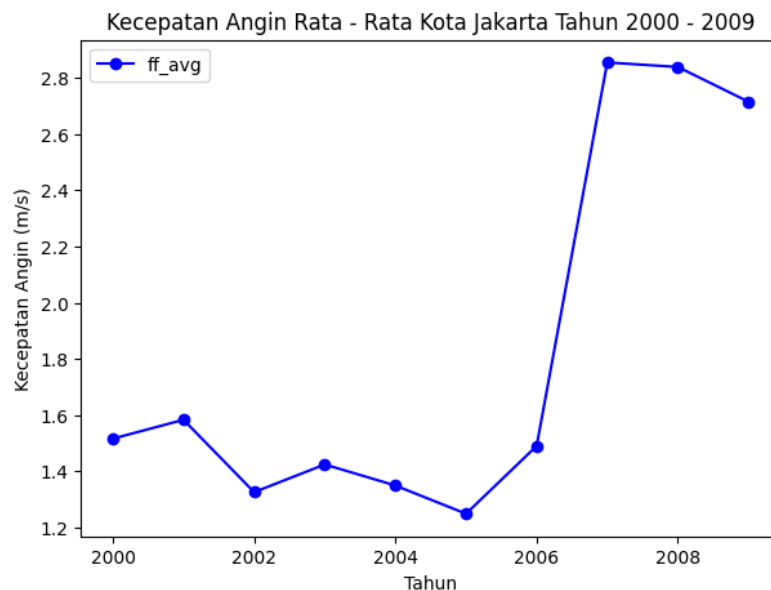
Gambar 6 Tren Tahunan Lama Penyinaran Matahari Kota Jakarta Tahun 2000 - 2009

Pada **Gambar 6** menampilkan nilai rata – rata dari variabel ss yaitu lama penyinaran matahari kota Jakarta yang berada pada 3,4 jam ditahun 2000 mengalami kenaikan hingga tahun 2003 menjadi 4,9 jam. Periode 2003 hingga 2005 terjadi penurunan lama penyinaran matahari menjadi 4,3 jam, kemudian mengalami kenaikan kembali menjadi 5 jam ditahun 2006. Setelah itu, ditahun 2006 hingga 2009 mengalami penurunan yang stabil menjadi 4,2 jam.



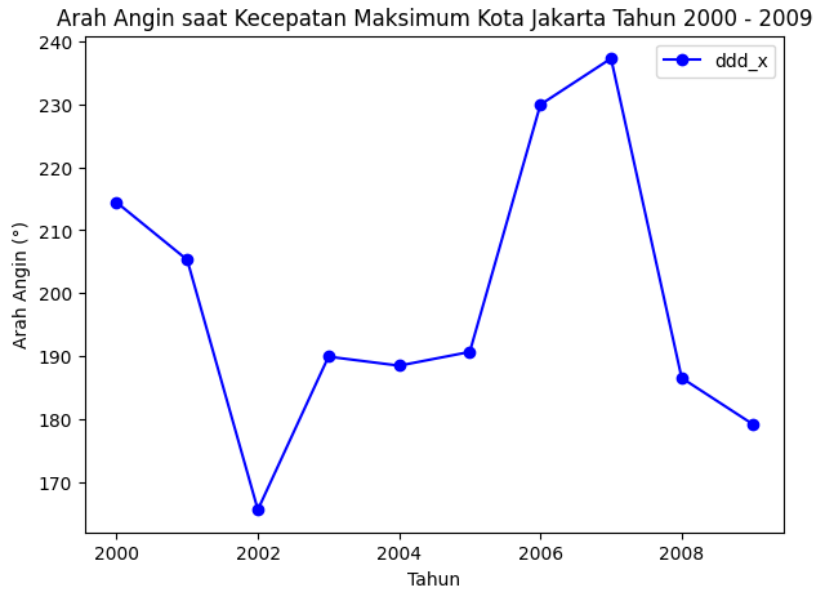
Gambar 7 Tren Tahunan Kecepatan Angin Maksimum Kota Jakarta Tahun 2000 - 2009

Selanjutnya pada **Gambar 7**, menampilkan nilai rata – rata dari variabel ff_x yaitu Kecepatan Angin Maksimum kota Jakarta yang berada pada 4,2 m/s ditahun 2000 dan mengalami kenaikan yang hampir menyentuh 4,3 m/s ditahun 2001. Periode 2001 hingga 2005 mengalami penurunan mencapai 3,8 m/s, kemudian mengalami kenaikan yang cukup besar hingga 4,5 m/s ditahun 2005 hingga 2007. Setelah itu, kembali menurun ditahun 2008 menjadi 3,9 m/s dan stabil hingga tahun 2009.



Gambar 8 Tren Tahunan Kecepatan Angin Rata – Rata Kota Jakarta Tahun 2000 - 2009

Menurut **Gambar 8**, nilai rata – rata dari variabel ff_avg yaitu kecepatan angin rata – rata kota Jakarta berada pada 1,5 m/s ditahun 2000. Tahun 2000 hingga 2001 mengalami kenaikan yang hampir menyentuh 1,6 m/s, kemudian turun menjadi 1,3 m/s ditahun 2002. Pada tahun 2003 mengalami kenaikan menjadi 1,4 ms dan pada periode 2003 hingga 2005 terjadi penurunan hingga 1,2 m/s. Tahun 2005 hingga 2007 mengalami kenaikan kecepatan angin rata – rata yang cukup besar menjadi 2,8 m/s dan pada periode 2007 hingga 2009 terjadi penurunan hingga 2,7 m/s.



Gambar 9 Tren Tahunan Arah Angin saat Kecepatan Maksimum Kota Jakarta Tahun 2000 - 2009

Gambar 9 menampilkan nilai rata – rata dari variabel ddd_x yaitu arah angin saat kecepatan maksimum kota Jakarta berada pada 214° ditahun 2000. Tahun 2000 hingga 2002 mengalami penurunan hingga 165°, kemudian kembali naik menjadi 189° ditahun 2003. Pada tahun 2003 hingga 2004 mengalami penurunan 1° menjadi 188°, kemudian periode 2004 hingga 2007 mengalami kenaikan arah angin saat kecepatan maksimum menjadi 237°. Setelah itu, pada periode 2007 hingga 2009 mengalami penurunan menjadi 179°.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari analisa tren tahunan iklim di kota Jakarta, terjadi perubahan pada setiap variabel yang ada dan perubahan yang terjadi setiap variabel berbeda – beda. Pada variabel Tn yaitu temperatur minimum, dapat dikatakan nilai rata – rata terendahnya berada pada 24,9°C ditahun 2001 dan nilai rata – rata tertingginya berada pada 25,4°C ditahun 2005. Pada variabel Tx yaitu temperatur maksimum, dapat dikatakan nilai rata – rata terendahnya berada pada 31,8°C di tahun 2000 dan nilai rata – rata tertingginya berada pada 32,7°C ditahun 2003, 2004, dan 2006. Pada variabel Tavg yaitu temperatur rata – rata, dapat dikatakan nilai rata – rata terendahnya berada pada 27,9°C di tahun 2000 dan nilai rata – rata tertingginya berada pada 28,6°C ditahun 2004 dan 2006. Pada variabel RH_avg yaitu kelembapan rata – rata, dapat dikatakan nilai rata – rata terendahnya berada pada 73% di tahun 2006 dan nilai rata – rata tertingginya berada pada 77,7% ditahun 2002. Pada variabel RR yaitu curah hujan, dapat dikatakan nilai rata – rata terendahnya berada pada 4,5 mm di tahun 2006 dan nilai rata – rata tertingginya berada pada 6,7 mm ditahun 2007. Pada variabel ss yaitu lama penyinaran matahari, dapat dikatakan nilai rata – rata terendahnya berada pada 3,4 jam di tahun 2000 dan nilai rata – rata tertingginya berada pada 5 jam ditahun 2006. Pada variabel ff_x yaitu kecepatan angin maksimum, dapat dikatakan nilai rata – rata terendahnya berada pada 3,8 m/s di tahun 2005 dan nilai rata – rata tertingginya dari kecepatan angin maksimum berada pada 4,5 m/s ditahun 2007. Pada variabel ff_avg yaitu kecepatan angin rata – rata, dapat dikatakan nilai rata – rata terendahnya berada pada 1,2 m/s di tahun 2005 dan nilai rata – rata tertingginya berada pada 2,8 m/s ditahun 2007. Pada variabel ddd_x yaitu arah angin saat kecepatan maksimum, dapat dikatakan nilai rata – rata terendahnya berada pada 165° di tahun 2002 dan nilai rata – rata tertingginya berada pada 237° ditahun 2007.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas kasih dan rahmat yang telah dilimpahkan sehingga dapat menyelesaikan artikel ilmiah dengan baik dan tepat waktu. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) yang telah memfasilitasi data iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Prakoso dan H. Herdiansyah, "Analisis Implementasi 30% ruang terbuka hijau di DKI Jakarta," *Majalah Ilmiah Globe*, vol. 21, no. Majalah Ilmiah Globe Vol 21 No 1 April 2019, pp. 17-26, 4 Desember 2019.
- [2] D. Kusumowardani, "POLUSI UDARA JAKARTA TERPERANGKAP DIANTARA GEDUNG-GEDUNG TINGGI," *ISMETEK*, vol. 16, 2023.
- [3] A. S. Mulyani, "Pemanasan global, penyebab dampak dan antisipasinya," 2021.
- [4] R. A. Maolani, A. S. Dalimunthe, D. Haryanto, R. Bifa, P. Azzahra, C. Juwita and P. E. Suryamika, "Perluasan hutan mangrove dalam mitigasi risiko bencana pemanasan global: kegiatan PKM di kawasan pesisir Muara Angke Jakarta," *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 5, pp. 1380-1388, 2021.
- [5] M. Jannah, J. Sujono and A. P. Rahardjo, "Kajian perubahan iklim di DKI Jakarta berdasarkan data curah hujan," *Teknisia*, vol. 28, 2023.
- [6] R. Suwarman, E. Riawan, Y. S. M. Simanjuntak and D. E. Irawan, "Kajian Perubahan Iklim di Pesisir Jakarta Berdasarkan Data Curah Hujan dan Temperatur," *Buletin Oseanografi Marina*, vol. 11, pp. 99-110, 2022.
- [7] P. A. Nugroho, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Multi-Layer Perceptron Untuk Prediksi Penyinaran Matahari Kota Bandung," *Komputa: Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika*, vol. 12, pp. 83-90, 2023.
- [8] D. A. K. Wida, K. Sumaja and P. P. H. Wiguna, "Analisis Hubungan Intensitas Radiasi Dan Lama Penyinaran Matahari Dengan Parameter Cuaca Di Stasiun Meteorologi Ngurah Rai Serta Pengaruhnya Terhadap Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Bali Selatan," *Meteo Ngurah Rai*, vol. 5, pp. 1-7, 2019.
- [9] S. W. Hidayat and T. A. Rachmanto, "Pengaruh Volume Lalu Lintas dan Faktor Meteorologi terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Udara Jalan Bypass Mojokerto," *Prosiding ESEC*, vol. 3, pp. 149-155, 2022.
- [10] R. Wirosodarmo, B. Suharto and D. E. Proborini, "Analisis Pengaruh Jumlah Kendaraan Bermotor dan Kecepatan Angin Terhadap Karbon Monoksida di Terminal Arjosari," *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 7, pp. 57-64, 2020.
- [11] A. N. Jannah and S. , "Hubungan Perubahan Cuaca dengan Indeks Kecerahan Matahari, Suhu Lingkungan dan Kelembapan Udara di Desa Karanganyar," *Karst: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapannya*, vol. 4, pp. 27-32, 2021.

- [12] P. M. Purnama, N. Fadila, N. F. Baharsyah, U. Farahnas and M. Hasanah, "Prediksi Parameter Kelembapan Udara Berdasarkan Data Penyinaran Matahari Menggunakan Metode Aproksimasi Kuadrat Terkecil," *Zeta-Math Journal*, vol. 8, pp. 60-65, 2023.
- [13] B. Hartanto, N. Astriawati, S. Supartini and D. K. Yekti, "Pencarian dan Pemanfaatan Informasi Data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)," *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 1, pp. 553-564, 2022.
- [14] A. S. B. Karno, "Analisis Data Time Series Menggunakan LSTM (Long Short Term Memory) Dan ARIMA (Autocorrelation Integrated Moving Average)," *Ultima InfoSys: Jurnal Ilmu Sistem Informasi*, vol. 11, pp. 1-7, 2020.
- [15] D. A. Manalu and G. Gunadi, "Implementasi Metode Data Mining K-Means Clustering Terhadap Data Pembayaran Transaksi Menggunakan Bahasa Pemrograman Python Pada Cv Digital Dimensi," *Infotech: Journal of Technology Information*, vol. 8, pp. 43-54, 2022.