



## Analisis Perubahan Suhu Udara di Kota Medan Sebelum dan Sesudah Covid 19 Menggunakan Metode Statistika *Quality Control*

Wira Triono<sup>1\*</sup>, Era Evalin Tampubolon<sup>2</sup>, Yizhar Saputra Hondro<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Email : [wiratriono3366@gmail.com](mailto:wiratriono3366@gmail.com)<sup>1\*</sup>, [tampuboloneeraevalin@gmail.com](mailto:tampuboloneeraevalin@gmail.com)<sup>2</sup>,  
[hondroputra100@gmail.com](mailto:hondroputra100@gmail.com)<sup>3</sup>

Korespondensi penulis : [wiratriono3366@gmail.com](mailto:wiratriono3366@gmail.com)

**Abstract.** *Climate change has had a significant impact on various aspects of life, including air temperature in urban areas such as Medan City. This study aims to analyze changes in air temperature in Medan City during and after the COVID-19 pandemic, especially related to social restriction policies such as PPKM. Temperature data was obtained from UPT BMKG Medan for the period 2020 to 2025 and analyzed using I-MR (Individual-Moving Range), Cusum, and EWMA (Exponentially Weighted Moving Average) methods. The results of the analysis are expected to be able to show significant temperature differences as a result of the decline in human activities during the pandemic as well as the trend of post-pandemic temperature changes. This study is important as a basis for future environmental planning and climate change mitigation policies.*

**Keywords:** *Climate, Air Temperature, COVID-19*

**Abstrak.** Perubahan iklim telah memberikan dampak signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk suhu udara di wilayah perkotaan seperti Kota Medan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan suhu udara di Kota Medan selama dan setelah masa pandemi COVID-19, khususnya terkait kebijakan pembatasan sosial seperti PPKM. Data suhu diperoleh dari UPT BMKG Medan periode 2020 hingga 2025 dan dianalisis menggunakan metode I-MR (Individual-Moving Range), Cusum, dan EWMA (Exponentially Weighted Moving Average). Hasil analisis diharapkan mampu menunjukkan adanya perbedaan suhu yang signifikan sebagai dampak dari penurunan aktivitas manusia selama pandemi serta tren perubahan suhu pascapandemi. Studi ini penting sebagai dasar dalam perencanaan lingkungan dan kebijakan mitigasi perubahan iklim di masa mendatang.

**Kata Kunci:** Iklim, Suhu Udara, COVID-19

### 1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim telah menjadi salah satu tantangan global yang dampaknya sangat terasa di tingkat lokal, termasuk di Indonesia. Fenomena ini membawa berbagai dampak negatif bagi masyarakat dan ekosistem alam, mulai dari kerusakan lingkungan, masalah kesehatan, hingga gangguan ekonomi (Isdianto & Luthfi, 2019). Sektor ekonomi, khususnya bagi para nelayan, terkena dampak signifikan akibat perubahan pola cuaca dan kenaikan suhu permukaan laut yang memengaruhi hasil tangkapan ikan (Djalante, 2018). Laporan Food and Agriculture Organization (FAO) pada tahun 2015 menyebutkan bahwa berbagai bencana seperti kekeringan, badai, dan banjir semakin sering terjadi akibat perubahan iklim.

Perubahan iklim dapat dikenali melalui pergeseran pola cuaca yang terjadi dalam jangka panjang. Hal ini mencakup fluktuasi suhu dan temperatur udara yang tidak stabil, serta perubahan fenomena cuaca seperti curah hujan ekstrem. Fenomena global seperti El Niño-Southern Oscillation (ENSO) dan Pacific Decadal Oscillation (PDO) turut memengaruhi pola iklim ini. Dampak perubahan iklim tidak hanya bersifat global, tetapi juga sangat terasa di

tingkat lokal. Salah satu wilayah yang rentan adalah kawasan perkotaan, di mana aktivitas manusia dan pembangunan berkontribusi besar terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca.

Sejak Menyebarnya pandemi covid 19 pada akhir 2019 , yang mengguncang seluruh dunia, Pemerintah Indonesia telah membuat serangkaian kebijakan untuk mencegah penyebaran dan penularan virus corona. Kebijakan tersebut antara lain pembatasan sosial berskala besar (PSBB) dan pemberlakuan pembatasan kegiatan masyarakat (PPKM) (Cahyadi et al, 2022). Kebijakan pembatasan kegiatan atau disebut lockdown memberikan dampak negatif bagi pertumbuhan ekonomi. Ini dikarenakan terbatasnya kegiatan perekonomian seperti di pusat perbelanjaan dan industri, walaupun begitu pembatasan kegiatan ini memberikan dampak positif terhadap lingkungan (Pratama dkk, 2021; Firozjaei et al, 2021). Pembatasan tersebut dapat menimbulkan perubahan di berbagai aspek seperti kepadatan lalu lintas, interaksi sosial dan operasional tempat umum masyarakat Hal tersebut tentu dapat berdampak pada penurunan suhu permukaan suatu wilayah. Ini disebabkan oleh pembatasan kegiatan belajar di sekolah, penutupan kegiatan ekonomi seperti penutupan pusat perbelanjaan dan pertokoan, pembatasan kegiatan budaya dan kegiatan lain-lain di Kota Medan.

Presiden Joko Widodo menetapkan status pandemi Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) telah berakhir telah berlakunya Keppres No. 17 Tahun 2023 tersebut, Presiden turut mencabut dan menyatakan tidak berlakunya 3 (tiga) Keputusan Presiden, yaitu: Keputusan Presiden Nomor 11 Tahun 2020 tentang Penetapan Kedaruratan Kesehatan Masyarakat Corona Virus Disease 2019 (COVID-19), Keputusan Presiden Nomor 12 Tahun 2020 tentang Penetapan Bencana Nonalam Penyebaran Corona Virus Disease 2019 (COVID- 19) sebagai Bencana Nasional, Keputusan Presiden Nomor 24 Tahun 2021 tentang Penetapan Status Faktual Pandemi Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) di Indonesia. Dengan telah ditetapkannya Keppres No. 17 Tahun 2023 yang telah berlaku pada tanggal 21 Juni 2023, diharapkan dapat memberikan kepastian hukum terkait status faktual Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) di Indonesia.

Untuk mengetahui dampak perubahan iklim di Kota Medan, diperlukan analisis data suhu permukaan bumi Kota Medan. Data ini bersumber dari UPT BMKG Medan periode 2020 hingga 2025. Dalam penelitian ini menggunakan metode I-MR , Cusum dan EWMA .

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka permasalahan dari penelitian ini adalah :

1. Apakah terjadi penurunan suhu udara di Kota Medan selama masa pandemi COVID-19 akibat kebijakan PPKM?

## 2. Bagaimana perubahan suhu udara di kota Medan setelah pandemi covid-19?

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari adanya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk Mengetahui apakah terjadi penurunan suhu udara di Kota Medan selama masa pandemi COVID-19 akibat kebijakan PPKM.
2. Untuk Mengidentifikasi perubahan suhu udara di Kota Medan setelah pandemi COVID-19.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Udara merupakan salah satu komponen utama yang menunjang kehidupan. Selain mengandung oksigen, udara juga menyimpan berbagai zat lain seperti karbon monoksida, karbon dioksida, formaldehid, jamur, dan virus. Jika kandungan zat-zat tersebut masih dalam batas normal, maka alam dapat menetralkannya secara alami. Namun, aktivitas manusia dapat meningkatkan konsentrasi zat-zat ini di udara hingga melebihi ambang batas aman. Secara umum, udara dibagi menjadi dua jenis berdasarkan lokasinya, yakni udara luar ruangan (outdoor air) dan udara dalam ruangan (indoor air) (Dewi Windy Cintya et al., 2021, p.89).

Iklm didefinisikan sebagai kondisi rata-rata unsur-unsur cuaca seperti suhu udara, curah hujan, tekanan udara, arah angin, dan kelembapan dalam periode waktu yang panjang. Perubahan iklim terjadi akibat aktivitas manusia secara langsung maupun tidak langsung, yang menyebabkan perubahan komposisi atmosfer dan meningkatkan variasi iklim secara signifikan dalam jangka waktu yang lama. Dalam beberapa dekade terakhir, isu perubahan iklim baik secara regional maupun global menjadi perhatian utama. Di kawasan tropis, kenaikan suhu udara kerap diikuti oleh meningkatnya curah hujan akibat tingginya tingkat penguapan air laut (Prasetyo Suwignyo et al., 2021, p.60).

Dua fenomena iklim utama yang berdampak besar terhadap kondisi cuaca di Indonesia adalah El Niño–Southern Oscillation (ENSO) dan Madden–Julian Oscillation (MJO). ENSO adalah fenomena variabilitas suhu permukaan laut dan angin di kawasan tropis Samudra Pasifik bagian timur, yang terjadi secara periodik. Ketika suhu laut meningkat di atas kondisi normal (sekitar 27–29°C), terjadi El Niño; sedangkan penurunan suhu disebut La Niña. ENSO juga berkaitan dengan perubahan tekanan udara di permukaan laut (Southern Oscillation) dan diukur melalui Oceanic Niño Index (ONI). MJO, di sisi lain, merupakan pola osilasi konvektif yang bergerak dari barat ke timur dan memengaruhi cuaca tropis, termasuk di wilayah Indonesia (Ariska et al., 2022, p.2).

Sebagai negara yang berada di garis khatulistiwa, Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi matahari. Intensitas radiasi surya di Indonesia rata-rata mencapai 4,8 kWh/m<sup>2</sup> per hari. Salah satu wilayah yang berpotensi adalah Provinsi Bengkulu, yang memiliki iklim tropis dengan karakteristik klimatologis seperti suhu udara, kelembapan, kecepatan angin, dan intensitas cahaya matahari yang cukup tinggi (Johan Henny, 2022, p.56).

Suhu adalah sifat fisik suatu benda yang berkaitan dengan tingkat energi panas yang dikandungnya. Dalam konteks udara, suhu mencerminkan rata-rata energi kinetik molekul-molekul udara. Suatu benda akan kehilangan panas ketika bersuhu lebih tinggi dari benda lain di sekitarnya, dan besarnya penurunan suhu tergantung pada kapasitas panas (heat capacity) benda tersebut (Hasibuan Mhd Penerangan et al., 2023, p.8–9). Pemantauan suhu menjadi hal krusial, karena perubahan suhu dapat menandakan perubahan sifat fisik suatu zat.

Dalam kehidupan sehari-hari, suhu kerap diukur menggunakan indra peraba, namun teknologi telah memungkinkan pengukuran yang lebih akurat dengan alat seperti termometer (Mahardika I Ketut et al., 2023, p.87). Salah satu contoh aplikasi praktisnya adalah pemantauan suhu tubuh manusia menggunakan sensor inframerah berbasis Arduino (Ardiyanto Arif et al., 2021, p.12), yang dapat mendeteksi suhu tinggi dan memberi peringatan dini jika melewati ambang batas normal (Pratama Riza Arif & Permana Indra, 2021, p.8).

Dalam bidang lingkungan, suhu air limbah memiliki dampak besar terhadap kualitas air. Peningkatan suhu sebesar 10°C dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut hingga 10% dan mempercepat metabolisme organisme air dua kali lipat (Ramadani Randy et al., 2021, p.13). Selain itu, suhu juga berpengaruh terhadap stabilitas protein dan laju reaksi kimia dalam air (Naillah Amiratun et al., 2021, p.490).

Dalam sistem ruang yang terkontrol seperti ruang server, pengaturan suhu dan kelembapan menjadi penting. Suhu ideal dijaga antara 21–23°C dengan kelembapan relatif 45–60%. Jika suhu melebihi atau di bawah rentang ini, maka sistem pendingin atau pemanas akan diaktifkan. Sistem kendali ini bisa diotomatisasi menggunakan logika fuzzy dan sensor suhu–kelembapan (Sunanto et al., 2021, p.129).

Kelembapan udara menunjukkan jumlah uap air dalam atmosfer. Jenis kelembapan terdiri dari kelembapan mutlak, spesifik, dan relatif. Tingkat kelembapan dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk suhu, tekanan udara, angin, penyinaran matahari, dan vegetasi di sekitarnya. Kelembapan dan suhu memiliki hubungan erat dan saling memengaruhi dalam menentukan kenyamanan dan kondisi lingkungan (Edar Ahmad Nadhil & Wahyuni Arinda, 2021, p.104).

Uji Mann–Whitney U merupakan metode statistik nonparametrik yang digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan median antara dua kelompok independen. Uji ini ideal untuk digunakan saat data berskala ordinal atau interval/rasio namun tidak memenuhi asumsi distribusi normal. Dengan kata lain, metode ini cocok untuk membandingkan dua kelompok ketika data tidak mengikuti distribusi normal dan kelompoknya tidak saling bergantung (Cantica Olivia et al., 2023, p.34–35).

### 3. METODE

#### Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder, yaitu data suhu udara harian Kota Medan yang bersumber dari UPT Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Medan . Periode data dari rentang waktu Maret 2020 – Mei 2025, rentang waktu sebelum dan sesudah Covid 19.

#### Langkah – Langkah Analisis Data

Pengolahan data pada penelitian dilakukan ini menggunakan bahasa pemrograman python versi 3.11.13 adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisis data adalah sebagai berikut:

##### Pengumpulan Data

##### Membuat peta kendali I-MR

- a) Memasukkan data suhu harian
- b) Membuat grafik Individual (I) dan Moving Range (MR)
- c) Menentukan apakah proses berada dalam kondisi terkendali

##### Peta Kendali CUSUM

- a) Menentukan nilai dari parameter cusum (k dan h) serta nilai target
- b) Membuat grafik CUSUM dengan menghitung nilai CUSUM positif ( $C_i^+$ ) dan negatif ( $C_i^-$ ) selisih antara nilai suhu dan target
- c) Mengintresprestasikan grafik CUSUM

##### Uji Mann-Whitney U

- a) Membagi data suhu menjadi dua kelompok
  - Data suhu harian selama masa pandemi (Maret 2020 – Juni 2023)
  - Data suhu harian setelah pandemi berakhir (Juli 2023 – Mei 2025)
- b) Melakukan Uji Mann-Whitney U apakah terdapat perbedaan pada suhu antara masa pandemi dan pasca-pandemi.
- c) Mengintresprestasikan hasil uji berdasarkan nilai p- value

- Jika  $p\text{-value} < \alpha$  maka terdapat perbedaan signifikan antara suhu saat pandemi dan setelah pandemi
- Jika  $p\text{-value} > \alpha$  maka tidak terdapat perbedaan signifikan antara suhu saat pandemi dan setelah pandemi

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

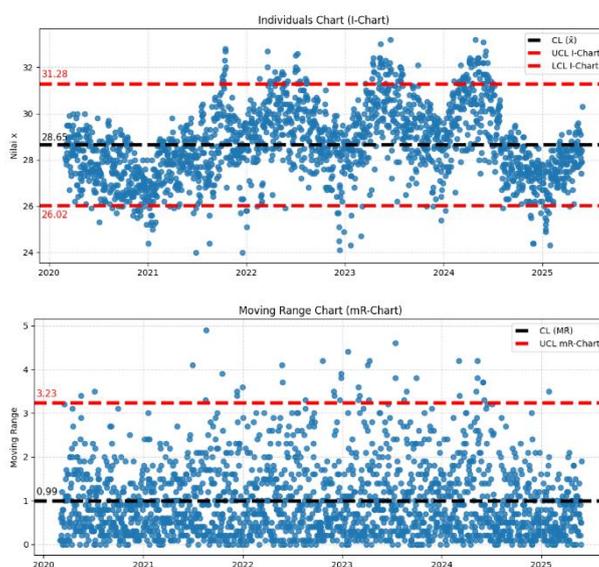
##### Peta Kendali I-mR

Hasil visualisasi dari peta kendali I-mR dapat dilihat pada **Gambar 1**. Terlihat data suhu harian kota medan menunjukkan bahwa proses pengukuran yang kurang stabil, terdapat indikasi lonjakan ekstrim yang berulang hingga *out-of-control*. Peta mR menunjukkan Garis Pusat (CL) sebesar  $0.99^{\circ}\text{C}$ , mengindikasikan bahwa rata-rata perubahan suhu absolut dari satu hari ke hari berikutnya adalah sekitar  $1^{\circ}\text{C}$ . Batas Kendali Atas (UCL) untuk mR-Chart adalah  $3.23^{\circ}\text{C}$ . Observasi pada *mR-Chart* memperlihatkan sejumlah titik data yang melampaui batas atas ini, tersebar di sepanjang periode pengamatan, termasuk di awal 2020, pertengahan 2020, akhir 2020, serta beberapa kali pada tahun 2021, 2022, 2023, awal 2024, dan awal 2025. Titik-titik ini merupakan sinyal adanya penyebab khusus (*special cause*) yang mempengaruhi besarnya perubahan suhu dari hari ke hari, yang berarti variabilitas proses suhu harian tidak berada dalam kondisi kontrol statistik. Frekuensi kejadian ini mengisyaratkan bahwa faktor-faktor yang memicu perubahan suhu harian yang besar seringkali aktif mempengaruhi iklim mikro harian di Medan. Kondisi ini dapat terkait dengan transisi antar musim basah dan kering yang umum di iklim hutan hujan tropis seperti Medan, atau fenomena meteorologis lokal seperti pertumbuhan awan konvektif yang dapat menyebabkan perubahan suhu signifikan, bahkan saat musim kemarau. Dengan demikian, fluktuasi suhu harian di Medan selama periode ini tidak stabil dan dipengaruhi oleh penyebab-penyebab khusus yang berulang.

Selanjutnya, analisis pada *I-Chart*, menunjukkan Garis Pusat (CL) sebesar  $28.65^{\circ}\text{C}$ . Nilai ini sedikit lebih tinggi dari rata-rata umum suhu Medan sekitar  $27^{\circ}\text{C}$ . Batas Kendali Atas (UCL) *I-Chart* adalah  $31.28^{\circ}\text{C}$  dan Batas Kendali Bawah (LCL) adalah  $26.02^{\circ}\text{C}$ . Titik-titik data yang berada di luar batas-batas ini, atau pola non-acak di dalam batas, mengindikasikan adanya penyebab khusus yang mempengaruhi level suhu rata-rata harian. Teridentifikasi banyak titik yang melampaui batas atas, terutama terkonsentrasi pada pertengahan 2022, pertengahan hingga akhir 2023, akhir 2024, dan sebuah gugus yang sangat signifikan menjelang akhir periode data pada awal hingga

pertengahan Mei 2025. Peningkatan suhu yang mencolok pada awal-pertengahan 2025 ini sangat bersesuaian dengan laporan mengenai cuaca ekstrem panas di Medan, dimana suhu dilaporkan mencapai  $38.2^{\circ}\text{C}$  pada 1 Juni 2025. Selain itu, beberapa titik juga terpantau berada di bawah batas bawah, meskipun lebih sporadis, terlihat pada awal 2021, akhir 2022 atau awal 2023, dan pertengahan 2024. Pola-pola lain seperti beberapa deretan titik yang panjang berada di atas garis pusat (misalnya pada 2023 dan 2024) juga teramati, yang mengindikasikan kemungkinan adanya pergeseran atau tren berkelanjutan pada suhu rata-rata. Keberadaan titik-titik di luar batas kendali dan pola non-acak ini menegaskan bahwa proses suhu rata-rata harian juga tidak dalam kondisi kontrol statistik.

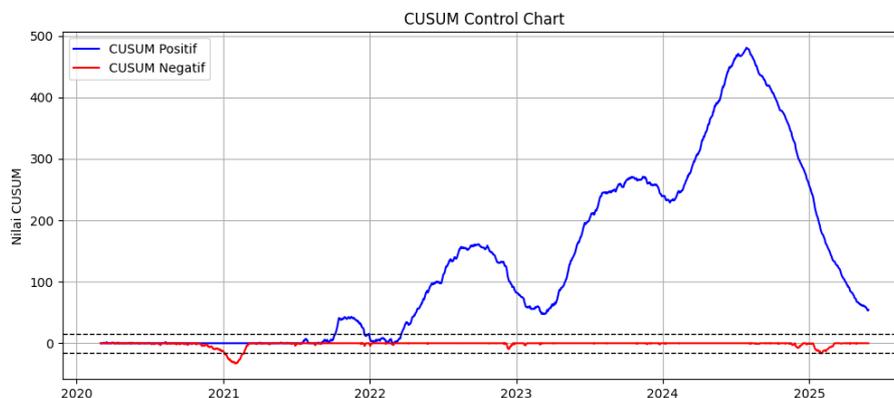
Penyebab umum (*common cause*) variasi suhu tecermin dari sebaran acak titik-titik data di antara LCL dan UCL di sekitar CL. Namun, banyaknya sinyal penyebab khusus menunjukkan bahwa suhu harian rata-rata di Medan selama periode ini seringkali dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal yang tidak teridentifikasi dalam penelitian ini. Secara keseluruhan, kedua peta kendali (I-Chart dan mR-Chart) secara konsisten menunjukkan bahwa proses suhu udara rata-rata harian di Medan selama periode Maret 2020 hingga Mei 2025 tidak berada dalam kondisi kontrol statistik. Baik variabilitas jangka pendek (perubahan suhu dari hari ke hari) maupun level suhu rata-rata harian itu sendiri menunjukkan ketidakstabilan yang signifikan akibat pengaruh penyebab-penyebab khusus. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem suhu di Medan bersifat dinamis dan rentan terhadap deviasi signifikan, bukan perilaku yang stabil dan dapat diprediksi di sekitar rerata tetap.



**Gambar 1.** Peta Kendali Individual (a) dan Moving Range (b)

## Peta Kendali CUSUM

Hasil visualisasi dari peta kendali CUSUM dapat dilihat pada **Gambar 2**. nilai parameter  $k$  yang dipilih adalah  $k=1$  dengan parameter Target =  $28^{\circ}\text{C}$ , nilai kelonggaran  $k=1^{\circ}\text{C}$  dipilih karena berdasarkan (Ariska et al., 2022, p.2). rentang nilai suhu normal untuk wilayah khatulistiwa berkisar antara  $29^{\circ}\text{C}$  -  $27^{\circ}\text{C}$ , dan interval keputusan  $h=15$  dipilih berdasarkan perhitungan ARL. Pada periode awal tahun 2021 menunjukkan deviasi nilai  $C^-$  yang terus menurun dibawah  $h = -15$  dan kemudian naik kembali hingga awal bulan februari 2021 periode tersebut adalah masa dimana pandemi covid-19 sedang berlangsung. Selanjutnya, dari pertengahan 2021 hingga awal 2022, muncul deviasi positif minor pada  $C^+$  yang melewati  $h = +15$  namun kenaikan ini tidak begitu tinggi dibanding deviasi positif  $C^+$  setelah tahun tersebut. Sinyal *out-of-control* yang paling signifikan terjadi sekitar bulan februari 2022 hingga pertengahan 2024, di mana  $C^+$  menunjukkan kenaikan yang ekstrim melintasi  $h = 15$  dan mencapai puncak sekitar 480-490 pada pertengahan 2024 namun kenaikan ini sedikit berfluktuasi menurun di musim dingin yaitu disekitar bulan november - januari. Ini menandakan periode suhu tinggi yang berkelanjutan dan signifikan, sebuah variasi "penyebab khusus" yang sangat berkorelasi dengan perkembangan dan intensifikasi fenomena El Niño 2023-2024. Sepanjang periode tersebut nilai  $C^-$  secara konsisten tetap berada di dekat nol, namun setelah puncak nilai  $C^+$  yang terjadi pada pertengahan 2024, secara langsung terjadi penurunan  $C^+$  yang ekstrim hingga ke awal tahun 2025, penurunan ini juga ditunjukkan oleh nilai  $C^-$  yang ikut menurun walau tidak sampai melewati batas interval  $h$ , mengindikasikan adanya periode dingin yang terjadi walau tidak secara signifikan namun dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kota medan pada saat tahun 2025 sedang mengalami penurunan suhu yang ekstrim. Hal ini menunjukkan bahwa Medan rentan terhadap pergeseran suhu ke atas yang signifikan dan berkepanjangan.



**Gambar 2.** Peta Kendali CUSUM

### Uji *Mann-Whitney U*

Sebelum menerapkan uji non parametrik, perlu dilakukan uji syarat parametrik salah satunya adalah uji normalitas, jika data lolos uji normalitas maka digunakan uji non parametrik. Uji ini untuk melihat apakah data suhu harian kota Medan pada masa pandemi covid dan pasca pandemi covid terdapat perbedaan dimana suhu pada masa pandemi covid lebih rendah dibanding suhu pasca pandemi covid, namun data ini tidak berpasangan (*dependen*) karena hanya perbedaan waktu pengamatan saja bukan hubungan *one-by-one* terhadap data waktu setelahnya. Berdasarkan keppres(2023). Menyatakan bahwa pandemi covid-19 berakhir pada tanggal 21 juni 2023, maka data dibagi dari interval 2020 Maret - 2023 juni untuk data masa covid (pre) dan interval 2023 juli – 2025 mei untuk data pasca covid (post), didapat jumlah data untuk “pre” sebesar 1207 dan “post” sebesar 707. Uji normalitas dilakukan terhadap kedua data dengan uji shapiro wilk dan hasilnya terdapat pada **Tabel 1**. Dengan hipotesis  $H_0$  : data berdistribusi normal dan taraf signifikansi  $\alpha = 0.05$  menunjukkan bahwa kedua data memiliki nilai  $p\text{-value} < \alpha$ , ini berarti hipotesis  $H_0$  ditolak yang artinya kedua data tidak berdistribusi normal. Karena data tidak berdistribusi normal maka uji statistika non-parametrik digunakan.

**Tabel 1.** Hasil Uji Normalitas

	Statistik Hitung	P-Value
Data Pre	0.9965	0.0091
Data Post	0.9904	0.0001

Untuk melakukan uji Mann-Whitney U didefinisikan terlebih dahulu hipotesisnya dengan hipotesis

$H_0$  : tidak ada perbedaan antara Data pre dan data post

$H_1$  : Data post lebih besar dari data pre.

Kemudian didefinisikan taraf signifikansi  $\alpha$  sebesar 0.05(5%). Dengan program *pyhton* dan *library scipy* didapat nilai  $p\text{-value} = 0.0032$ , karena nilai  $p\text{-value} < \alpha$  maka hipotesis  $H_0$  ditolak, artinya data suhu udara kota Medan pasca pandemi covid-19 jauh lebih besar tinggi dibanding data suhu udara kota Medan pada masa pandemi covid-19. Hal ini memperkuat hasil pada Gambar 2. Dimana data setelah masa pandemi covid-19 meningkat sangat tinggi.

## **5. KESIMPULAN**

Suhu udara harian di kota Medan selama periode Maret 2020 hingga Mei 2025 berada dalam kondisi yang tidak stabil dan tidak terkendali secara statistik. Analisis menggunakan Peta Kendali I-mR menunjukkan adanya banyak sinyal out-of-control yang disebabkan oleh penyebab khusus (special cause), baik pada variabilitas suhu harian (perubahan dari hari ke hari) maupun pada level suhu rata-rata hariannya. Hal ini diperkuat oleh Peta Kendali CUSUM yang secara signifikan mendeteksi adanya pergeseran suhu tinggi yang berkelanjutan, terutama dari Februari 2022 hingga puncaknya pada pertengahan 2024 yang berkorelasi dengan fenomena El Niño. Lebih lanjut, melalui Uji Mann-Whitney U, terbukti secara statistik bahwa suhu udara pada periode pasca-pandemi (Juli 2023 - Mei 2025) secara signifikan lebih tinggi dibandingkan periode pandemi (Maret 2020 - Juni 2023) dengan nilai p-value 0.0032. Secara keseluruhan, semua metode analisis secara konsisten menunjukkan bahwa sistem suhu di Medan bersifat dinamis, rentan terhadap deviasi signifikan, dan dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal yang menyebabkan ketidakstabilan proses.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Aditya, F., Gusmayanti, E., & Sudrajat, J. (2021). Pengaruh perubahan curah hujan terhadap produktivitas padi sawah di Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(2), 237–246.
- Alizkan, U. (2017). Analisis korelasi kelembaban udara dengan epidemi demam berdarah yang terjadi di Kabupaten dan Kota Serang. *Gravitasi: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 3(1).
- Ardiyanto, A., & Arif, A. (2021). Alat pengukur suhu berbasis Arduino menggunakan sensor inframerah & alarm pendeteksi suhu tubuh di atas normal (p. 12).
- Ariska, R., Sari, I., & Mayang, D. (2022). Telaah hubungan El Niño–Southern Oscillation (ENSO) dengan Madden–Julian Oscillation (MJO) di Provinsi Aceh (p. 2).
- Cantica, O., Wahyuni, R., & Andriani, A. (2023). Analisis produksi padi di Provinsi Jambi dan Riau menggunakan uji Mann–Whitney (pp. 34–35).
- DAYA, UDICT., & SURYA, L. P. (2022). Pengaruh temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan.
- Dewi, W. C., Raharjo, M., & Wahyuningsih, N. E. (2021). Tinjauan literatur: Hubungan antara kualitas udara ruang dengan gangguan kesehatan pada pekerja. *An-Nadaa: Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 8(1), 88–94.
- Edar, A. N., & Wahyuni, A. (2021). Pengaruh suhu dan kelembaban terhadap rasio kelembaban dan entalpi. *Jurnal Teknik Mesin dan Energi*, 9(1), 104.

- Gunasti, A., Prayuga, D., Ardiansyah, D., & Wijaya, K. A. S. (2023). Analisis perbandingan data curah hujan dalam tiga bulan di beberapa stasiun Kabupaten Jember. *RENOVASI: Rekayasa dan Inovasi Teknik Sipil*, 8(2), 43–48.
- Hasibuan, M. P., Azmi, R., Arjuna, D. B., & Rahayu, S. U. (2023). Analisis pengukuran suhu udara dengan metode observasi. *Jurnal Garuda Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 8–15.
- Johan, H. (2022). Pengaruh temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan udara, & intensitas cahaya terhadap daya listrik panel surya (p. 56).
- Mahardika, I. K., & Putra, G. A. (2023). Analisis peran suhu pada pertumbuhan & perkembangan tanaman stroberi (p. 87).
- Naillah, A., Sari, R., & Putri, N. (2021). Literatur review: Analisis kualitas air sungai dengan tinjauan parameter pH, suhu, BOD, COD, DO terhadap coliform. *Jurnal Sains Lingkungan*, 4(3), 490.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2023). Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2023 tentang Penetapan Berakhirnya Status Pandemi Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) di Indonesia.
- Prasetyo, S., Hidayat, U., Haryanto, Y. D., & Riama, N. F. (2021). Variasi dan tren suhu udara di Pulau Jawa tahun 1990–2019. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian*, 18(1), 60–68.
- Pratama, R. A., & Permana, I. (2021). Simulasi permodelan menggunakan sensor suhu berbasis Arduino (p. 8).
- Ramadani, R., Cahyono, R., & Febrianto, F. (2021). Analisis suhu, derajat keasaman (pH), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Biological Oxygen Demand (BOD) dalam air limbah domestik di Dinas Lingkungan Hidup Sukoharjo (p. 13).
- Resti, A., Widiharih, T., & Santoso, R. (2021). Grafik pengendali Mixed Exponentially Weighted Moving Average–Cumulative Sum (MEC) dalam analisis pengawasan proses produksi (studi kasus: Wingko Babat Cap “Moel”). *Jurnal Gaussian*, 10(1), 114–124.
- Sahendra, Y., Yusril, & tim. (2023). Revitalisasi peran pemuda dalam gerakan sosial peduli perubahan iklim di era digital. *Jurnal Komunikasi Korporasi & Media (JASIMA)*, 4(1), 1–14.
- Suhadi, S., Mabruroh, F., Wiyanto, A., & Ikra, I. (2023). Analisis fenomena perubahan iklim terhadap curah hujan ekstrem. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 94–100.
- Sunanto, S., Kurniawan, D., & Hidayat, M. (2021). Implementasi logika fuzzy Mamdani pada kendali suhu dan kelembaban ruang server (p. 129).
- Waruwu, O. (2022). Analisis perubahan suhu permukaan Kota Medan pra dan pasca pandemi COVID-19. *Jurnal Samudra Geografi*, 5(1), 65–72.