

## PREDIKSI SUHU UDARA DI JAWA TENGAH MENGGUNAKAN EXTREME VALUE THEORY

**Wildan Habibulloh**

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya  
email: wildan.19028@mhs.unesa.ac.id

**A'yunin Sofro**

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya  
Penulis Korespondensi: ayuninsofro@unesa.ac.id

### Abstrak

Peningkatan suhu dunia atau *global warming* merupakan bentuk ketidakseimbangan suhu rata-rata di bumi. Peningkatan suhu udara tersebut akan menyebabkan peningkatan risiko bencana dengan frekuensi kejadian yang lebih tinggi di masa depan. Diperkirakan bahwa peningkatan suhu global akan mengakibatkan perubahan yang berpotensi fatal, seperti mencairnya es di kutub utara dan selatan, kepunahan flora dan fauna, serta meningkatnya intensitas fenomena cuaca yang ekstrem. Berdasarkan dampak negatif yang dapat mengakibatkan banyak permasalahan dari perubahan suhu yang ekstrem, maka perubahan suhu di suatu daerah merupakan hal yang penting untuk dikaji bagaimana pola suhu yang terjadi dan hasil yang diperoleh sangat bermanfaat sebagai bahan informasi dan bahan acuan guna mengantisipasi dampak negatif yang kemungkinan terjadi dimasa depan. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan ialah teori nilai ekstrem (*Extreme Value Theory*) dengan metode *Block Maksima* (BM). Hal ini akan memungkinkan untuk mendapatkan *return level* atau nilai prediksi temperatur suhu udara. Dalam proses mengestimasi parameter, pendekatan yang digunakan adalah *Estimasi Maksimum Likelihood* (MLE). Data yang digunakan yaitu data temperatur suhu udara pada lima stasiun pengamatan suhu di Provinsi Jawa Tengah pada tahun 2014-2023. *Return level* yang digunakan secara berurutan adalah setiap 2 tahun, 4 tahun, dan 6 tahun. Nilai prediksi suhu udara tertinggi berada di sekitar stasiun Meteorologi Ahmad Yani sebesar 36.43939 °C, 37.19650 °C, dan 37.53990 °C pada tahun 2023-2024, 2025-2026, dan 2027-2028.

**Kata Kunci:** suhu udara, *extreme value theory*, *block maxima*.

### Abstract

The increase in world temperature or *global warming* is a form of imbalance in the average temperature on earth. The increase in air temperature will lead to an increase in disaster risk with a higher frequency of occurrence in the future. It is estimated that an increase in global temperature will result in potentially fatal changes, such as melting ice at the north and south poles, extinction of flora and fauna, and increasing intensity of extreme weather phenomena. Based on the negative impacts that can cause many problems from extreme temperature changes, temperature changes in an area are important to study how temperature patterns occur and the results obtained are very useful as information material and reference material to anticipate negative impacts that might occur in the future. One approach that can be used is the theory of extreme value (*Extreme Value Theory*) with the *Block Maxima* (BM) method. This will make it possible to get the *return level* or the predicted value of air temperature. In the process of estimating parameters, the approach used is *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). The data used is air temperature data at five temperature observation stations in Central Java Province in 2014-2023. The *return levels* used sequentially are every 2 years, 4 years and 6 years. The highest predicted air temperature values are around the Ahmad Yani Meteorological Station of 36.43939 °C, 37.19650 °C and 37.53990 °C in 2023-2024, 2025-2026 and 2027-2028.

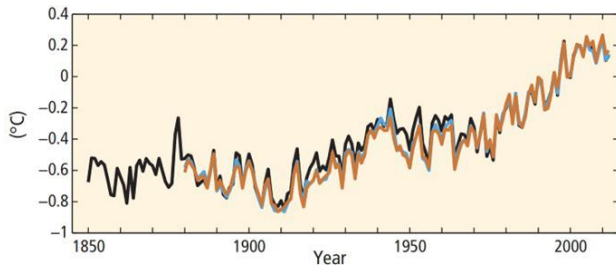
**Keywords:** air temperature, *extreme value theory*, *block maxima*.

### PENDAHULUAN

Peningkatan suhu global, yang juga dikenal sebagai *global warming*, sudah menjadi pengetahuan umum bagi sebagian besar masyarakat di seluruh

dunia. *Global warming* terjadi ketika suhu rata-rata di seluruh dunia mengalami kenaikan yang berdampak pada ekosistem. *Global warming* yang dahulu hanya sekedar isu sekarang menjadi sebuah subjek

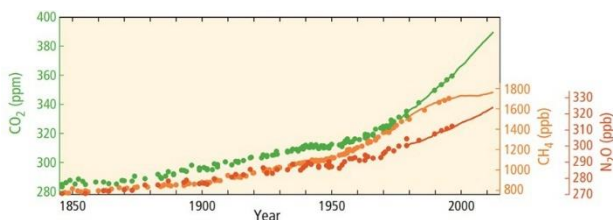
pembahasan yang menarik dan serius karena langsung berkaitan dengan nasib umat manusia. Berdasarkan *assessment report* yang ke-5 oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change*, menunjukkan bahwa suhu udara rata-rata global meningkat sebesar 0,85 °C (dalam rentang 0,65-1,06 °C) selama periode 1880 hingga 2012 (IPCC a 2014).



Keterangan:  
Grafik biru menunjukkan suhu permukaan laut  
Grafik oranye menunjukkan suhu permukaan darat  
Grafik hitam menunjukkan rata-rata suhu permukaan laut dan darat.

Gambar 1. Peningkatan suhu secara global (IPCC, 2014)

Peningkatan suhu global disebabkan oleh salah satu faktor utama yaitu penggunaan bahan bakar fosil seperti gas alam, batubara, dan minyak bumi yang menghasilkan emisi gas  $CO_2$  dan gas-gas lainnya yang dikenal sebagai gas rumah kaca ke atmosfer (Sulistiyono 2012). Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwasanya gas  $CO_2$  memiliki pengaruh yang sangat tinggi dalam peningkatan suhu udara.



Keterangan:  
Grafik hijau menunjukkan konsentrasi gas  $CO_2$   
Grafik oranye menunjukkan konsentrasi gas  $CH_4$   
Grafik merah menunjukkan konsentrasi gas  $N_2O$

Gambar 2. Konsentrasi gas rumah kaca rata-rata global (IPCC, 2014)

Kenaikan suhu udara tersebut akan menyebabkan peningkatan risiko bencana dengan kejadian yang lebih sering terjadi di masa depan (Meehl 2007). Diperkirakan bahwa peningkatan suhu global akan menyebabkan perubahan yang berpotensi fatal, seperti pencairan lapisan es di kutub utara dan selatan, kepunahan flora dan fauna, serta peningkatan intensitas fenomena cuaca ekstrem (Loedin 2013). Untuk mengantisipasi masalah ini, prediksi suhu udara menjadi salah satu solusi yang dapat digunakan. Mengidentifikasi suatu kejadian ekstrem dapat dilakukan dengan metode-metode

statistika, salah satunya menggunakan *Extreme Value Theory* (EVT). Metode *Block Maxima* (BM) dan metode *Peaks Over Threshold* (POT) merupakan metode yang digunakan dalam pengidentifikasian pergerakan nilai ekstrem. Metode *Block Maxima* (BM) merupakan metode yang mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV) (Coles et al. 2001).

Pada penelitian ini, studi kasus dilakukan di provinsi Jawa Tengah. Mengingat salah satu penyebab utama peningkatan suhu dunia ini adalah penggunaan bahan bakar fosil seperti gas alam, batubara, dan minyak bumi yang menghasilkan emisi gas  $CO_2$  dan gas-gas lainnya yang dikenal sebagai gas rumah kaca ke atmosfer (Sulistiyono 2012). Seperti yang di lansir oleh Badan Pusat Statistika pada tahun 2022, Provinsi Jawa Tengah menempati peringkat ketiga dalam kategori banyaknya kendaraan bermotor di Indonesia. Dengan jumlah kendaraan bermotor di Jawa Tengah sekitar 19.595.936 unit (BPS 2022). Maka dari itu Provinsi Jawa Tengah menjadi lokasi penelitian pola perilaku kejadian ekstrem suhu guna sebagai bahan informasi dan bahan acuan pemerintah atau masyarakat. Pada penelitian ini, akan menerapkan *Extreme Value Theory* dengan metode *Block Maxima* (BM) dalam melihat prediksi perubahan suhu di Provinsi Jawa Tengah.

Salah satu aspek yang penting dalam mempelajari Teori Nilai Ekstrem (*Extreme Value Theory*) adalah menentukan tingkat pengembalian (*return level* yang merupakan nilai ambang batas suhu maksimum. Jadi *return level* adalah estimasi nilai perubahan suhu ekstrem yang dapat terjadi di masa depan. Informasi ini berguna untuk melakukan antisipasi dan mengurangi dampak dari peristiwa tersebut.

## KAJIAN TEORI

### Teori Nilai Ekstrem

Teori Nilai Ekstrem atau *Extreme Value Theory* (EVT) merupakan suatu ilmu yang mempelajari tentang terjadinya nilai-nilai ekstrem yang terjadi di dalam bumi. EVT juga menjadi salah satu metode statistik yang dikembangkan untuk mengidentifikasi kejadian ekstrem dengan melihat pola dan karakteristik kejadian ekstrem. Kejadian ekstrem yang sedikit terjadi ini cenderung memiliki efek negatif yang signifikan, meskipun dalam waktu yang singkat. Berdasarkan dampak yang signifikan

tersebut, maka *Extreme Value Theory* perlu untuk dikaji lebih lanjut lagi.

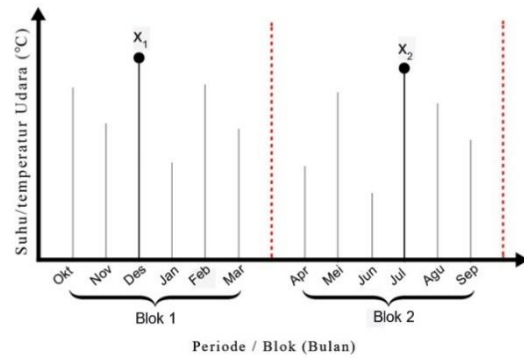
Menurut (Kotz and Nadarajah 2000), *Extreme Value Theory* adalah sebuah metode statistik yang digunakan untuk mengkaji suatu kejadian ekstrem dalam fenomena alam seperti banjir, curah hujan, badai, dan peningkatan suhu udara ekstrem. Metode ini memiliki tujuan untuk mengestimasi probabilitas kejadian ekstrem dengan melihat bagian ekor (*tail*) dari fungsi distribusi berdasarkan nilai ekstrem yang diamati. Studi menunjukkan bahwa data iklim memiliki pola perilaku yang bersifat acak dengan distribusi *heavy tail* (ekor gemuk). Ini mengindikasikan bahwa kemungkinan munculnya nilai ekstrem akan lebih tinggi daripada data yang memiliki distribusi normal. Dalam penelitian tentang kejadian ekstrem, langkah awal yang dilakukan berdasarkan *Extreme value theory* untuk analisis lebih lanjut yaitu menentukan nilai-nilai ekstrem.

Dalam mengidentifikasi kejadian ekstrem dengan melihat pola dan karakteristiknya, diperlukan pendekatan tertentu. Ada dua pendekatan yang digunakan dalam mengidentifikasi nilai ekstrem berdasarkan *Extreme Value Theory* (EVT). Pendekatan pertama yaitu metode *Block Maxima* (BM), di mana hanya nilai maksimum dalam satu periode yang diambil. Dalam pendekatan ini, dari masing-masing periode menghasilkan satu nilai ekstrem. Pendekatan selanjutnya yaitu metode *Peaks Over Threshold* (POT), di mana nilai yang diambil yaitu yang melewati *threshold* (ambang batas tertentu) (McNeil 1999). Dalam penelitian ini, digunakan data suhu yang memiliki pola musiman, di mana karakteristik data dipengaruhi oleh perubahan musim. Oleh karena itu, metode yang cocok untuk digunakan ialah *Block Maxima*.

**Block Maxima (BM)**

*Block Maxima* adalah pendekatan yang digunakan untuk menemukan nilai ekstrem dengan memilih nilai tertinggi dari data pengamatan yang dikelompokkan dalam periode waktu tertentu. Dalam metode *Block Maxima*, data dibagi menjadi blok-blok pada periode tertentu seperti bulanan, semesteran, dan tahunan. Kemudian dipilih nilai tertinggi dari masing-masing blok yang disebut nilai ekstrem. Nilai tersebut dimasukkan sebagai sampel

yang diperoleh dari metode BM dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Ilustrasi Metode Block Maxima

Pada gambar diatas menunjukkan data pada periode satu tahun dibagi menjadi dua blok. Dalam satu blok berisi enam bulan yang dimana setiap blok memiliki satu nilai ekstrem.

Menurut (Prang 2006), metode BM menggunakan teorema Fisher-Tippet Gnedenko (1928) yang menyatakan bahwa data sampel nilai ekstrem yang diambil dari metode BM akan mengikuti distribusi Generalized Extreme Value (GEV). Bentuk *cumulative distribution function* (cdf) dari distribusi GEV adalah sebagai berikut:

$$F(y; \mu, \sigma, \xi) = \begin{cases} \exp\left\{-\left[1 + \xi\left(\frac{y-\mu}{\sigma}\right)\right]^{-\frac{1}{\xi}}\right\}, & -\infty < y < \infty, \xi \neq 0, 1 + \xi\left(\frac{y-\mu}{\sigma}\right) > 0, \\ \exp\left\{-\exp\left(-\frac{y-\mu}{\sigma}\right)\right\}, & -\infty < y < \infty, \xi = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Distribusi GEV memiliki tiga parameter, yaitu parameter lokasi ( $\mu$ ), parameter skala ( $\sigma$ ), dan parameter bentuk ( $\xi$ ). Bentuk parameternya mengikuti 3 distribusi, yaitu Rev. Weibull ( $\xi < 0$ ), Gumbel ( $\xi = 0$ ), dan Frechet ( $\xi > 0$ ). Semakin tinggi nilai parameter bentuk ( $\xi$ ), maka akan terjadi ekor yang semakin tebal (*heavy tail*) sehingga menghasilkan nilai ekstrem yang lebih besar. Berdasarkan ketiga jenis distribusi GEV tersebut, distribusi Frechet merupakan distribusi yang sesuai karena memiliki ekor berat ( $\xi > 0$ ).

**Estimasi Parameter Distribusi GEV Univariat**

Metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dapat digunakan untuk mengestimasi parameter distribusi GEV. Tujuan utama dari estimasi parameter menggunakan *Maximum Likelihood*

Estimation (MLE) adalah untuk mencari nilai parameter yang memaksimumkan fungsi likelihood dari *Probability Density Function* (PDF) suatu distribusi. Estimasi parameter  $\mu$ ,  $\sigma$ , dan  $\xi$  dari distribusi GEV menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE), dimana fungsi likelihood merupakan fungsi peluang bersama  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Distribusi GEV memiliki *Probability Density Function* (PDF) seperti pada persamaan dibawah ini, berdasarkan metode MLE, maka fungsi likelihood GEV untuk  $\xi \neq 0$  adalah:

$$L(\mu, \sigma, \xi | x_1, x_2, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n f(x_i; \mu, \sigma, \xi)$$

$$L(\mu, \sigma, \xi) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sigma} \left\{ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right\}^{-\frac{1}{\xi} - 1} \exp \left\{ - \left[ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right]^{\frac{1}{\xi}} \right\} \quad (2)$$

Selanjutnya adalah memaksimumkan fungsi likelihood. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengambil logaritma natural dari persamaan di atas seperti yang ditunjukkan oleh persamaan berikut ini.:

$$\ln(L(\mu, \sigma, \xi)) = \ln \left[ \sigma^{-n} \left\{ \prod_{i=1}^n \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right)^{\frac{1}{\xi} - 1} \right) \right\} \left( \exp \left\{ - \sum_{i=1}^n \left( \left[ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right)^{\frac{1}{\xi} - 1} \right] \right) \right\} \right) \right] \quad (3)$$

Kemudian melakukan diferensiasi pertama terhadap persamaan berikut dan menyamakan dengan nol seperti di bawah ini:

$$\frac{\partial \ln(L(\mu, \sigma, \xi))}{\partial \mu} = \left( \frac{1+\xi}{\sigma} \right) \sum_{i=1}^n \left\{ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right\}^{-1} - \frac{1}{\sigma} - \sum_{i=1}^n \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)^{-\frac{1}{\xi} - 1} = 0 \quad (4)$$

Maka didapatkan hasil turunan dari parameter  $\mu$ ,  $\sigma$ , dan  $\xi$  seperti berikut:

1. Turunan terhadap parameter  $\mu$

$$\hat{\mu} = \frac{n - n \frac{\xi x_i}{\sigma} \frac{\xi + \frac{1}{\sigma}}{\sigma} \left( \frac{1}{\xi} + 1 \right)^{\sigma}}{-\frac{1}{\sigma} \sum_{i=1}^n \left[ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-\left( \frac{1}{\xi} + 1 \right)} - n \xi} \quad (5)$$

2. Turunan terhadap parameter  $\sigma$

$$\hat{\sigma} = \frac{n}{-\left( 1 + \frac{1}{\xi} \right) \left( \sum_{i=1}^n \left( - \frac{\xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma^2} \right)}{1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right)} \right) \right) - \left( \sum_{i=1}^n \left( - \frac{\left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)^{\frac{1}{\xi}} \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma^2} \right)}{\xi \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)} \right) \right)} \quad (6)$$

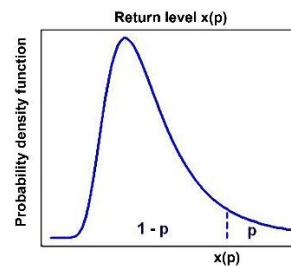
3. Turunan terhadap parameter  $\xi$

$$\hat{\xi} = \frac{1}{\left( \frac{1}{\xi^2} \right) \left[ \sum_{i=1}^n \ln \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right) \right] - \sum_{i=1}^n \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)^{\frac{1}{\xi}} \left( - \frac{\ln \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)}{\xi^2} + \frac{x_i - \mu}{\sigma \xi \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)} \right)} \left( \sum_{i=1}^n \frac{x_i - \mu}{\sigma \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)} \right) \quad (7)$$

Dari hasil turunan pertama, jika bentuk dari fungsi likelihood tidak eksplisit, maka diperlukan pendekatan secara numerik yaitu metode Newton Raphson.

Return Level

Return level atau nilai pengembalian adalah nilai maksimum yang diharapkan terjadi pada periode yang akan datang. Konsep yang digunakan dalam return level adalah memprediksi kejadian langka yang akan terjadi seperti perubahan suhu ekstrem yang berdampak negatif. Return level juga merupakan aplikasi dari distribusi GEV. Dari cdf pada GEV, probabilitas suhu ekstrem adalah  $1 - p$ , dimana  $p$  adalah periode ulang dengan  $p = \frac{1}{k}$ , dimana k adalah banyaknya blok yang terbentuk.



Gambar 4. Ilustrasi Return level (sumber : (Omey, Mallor, and Nualart 2009))

Ilustrasi pada Gambar 4 menggambarkan nilai pengembalian (return level) pada titik  $x(p)$ . Nilai pengembalian (return level) untuk periode ulang  $p = \frac{1}{k}$  adalah tingkat batas atas  $x(p)$  dengan probabilitas terlampaui sebesar  $p$ . Persamaan untuk nilai pengembalian (return level) dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\hat{R}_j = \hat{\mu}_j - \frac{\hat{\sigma}_j}{\hat{\xi}_j} \left[ 1 - (-\ln(1 - p))^{-\hat{\xi}_j} \right] \quad (8)$$

artinya return level dari kejadian ekstrem pada stasiun pengamatan ke-j dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan. Dimana  $\hat{\mu}_j$  adalah estimasi parameter lokasi ke-j,  $\hat{\sigma}_j$  adalah estimasi parameter skala ke-j,  $\hat{\xi}_j$  adalah estimasi parameter bentuk ke-j, dan p adalah periode ulang.

**Suhu**

Suhu adalah indikator dari tingkat kepanasan atau dingin suatu objek atau lingkungan. Di Indonesia, satuan yang umum digunakan untuk mengukur suhu adalah derajat Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ). Di luar negeri, derajat Fahrenheit adalah unit pengukuran yang umum digunakan. Berdasarkan *assessment report* yang ke-5 oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change*, menunjukkan bahwa suhu udara rata-rata global meningkat sebesar  $0,85\text{ }^{\circ}\text{C}$  (dalam rentang  $0,65\text{-}1,06\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) selama periode 1880 hingga 2012 (IPCC a 2014). Kenaikan suhu udara tersebut akan menyebabkan peningkatan risiko bencana dengan kejadian yang lebih sering terjadi di masa depan (Meehl 2007). Perubahan suhu sangat mempengaruhi cuaca yang akan terjadi. Kenaikan suhu hanya dengan setengah derajat celcius sangat berdampak ke cuaca yang jauh lebih ekstrem.

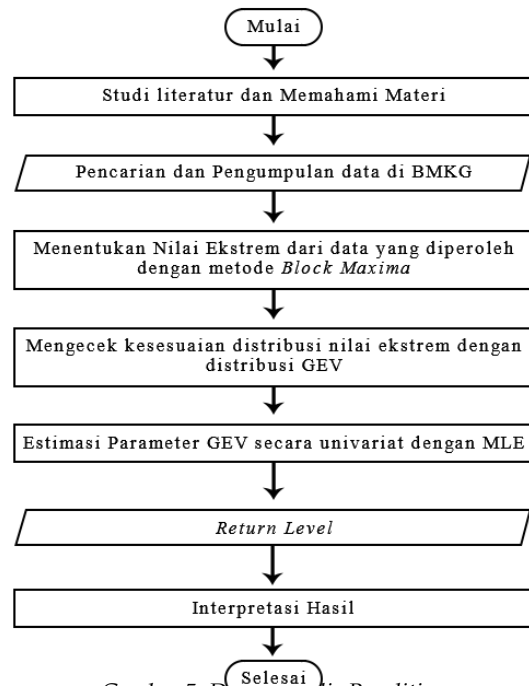
**METODE**

**JENIS DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA**

Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif di mana dilakukan analisis suhu menggunakan data historis untuk mengembangkan model peramalan. Model tersebut secara formal menggambarkan pola dalam data dan mengungkapkan hubungan statistik antara nilai variabel sebelumnya dengan nilai saat ini. (*current values*). Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari Website Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG), yang terdiri dari enam stasiun pengamatan suhu di provinsi Jawa Timur pada periode 2014 sampai 2022. Lima stasiun tersebut antara lain; stasiun Klimatologi Jawa Tengah, Meteorologi Ahmad Yani, Meteorologi Maritim Tanjung Emas, Meteorologi Maritim Tegal, dan Geofisika Banjarnegara.

**TEKNIK ANALISIS DATA**

Dalam tahap analisis data, penelitian ini menggunakan *Extreme Value Theory* dengan metode *Block Maxima*. Berikut tahapan analisis data yang digunakan untuk mencapai tujuan:



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam penelitian ini, kami menggunakan data yang didapatkan dari sumber sekunder yaitu situs web Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG), dengan alamat [dataonline.bmkg.go.id](http://dataonline.bmkg.go.id). Data yang digunakan adalah data temperatur udara di wilayah Jawa Tengah yang terdiri dari lima stasiun pengamatan mulai tahun 2014 hingga tahun 2022.

Tahap awal dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi nilai ekstrem dalam data, yang melibatkan deskripsi data menggunakan statistika deskriptif. Berikut adalah statistika deskriptif pada data penelitian:

Tabel 1. Statistika Deskriptif Data

Stasiun	Mean	Min	Max	Median
Klimatologi Jawa Tengah	36.44	34.80	39.40	36.15
Meteorologi Ahmad Yani	36.5	34.4	38.8	36.4
Meteorologi Maritim Tanjung Emas	36.20	35.10	38.00	36.15
Meteorologi Maritim Tegal	34.93	34.20	35.80	35.00
Geofisika Banjarnegara	30.89	28.00	34.00	30.60

Pada Tabel 1 dapat diketahui nilai rata-rata temperatur suhu udara tertinggi berada pada stasiun Meteorologi Ahmad Yani sebesar 36.5 °C, sedangkan yang terendah berada pada stasiun Geofisika Banjarnegara sebesar 30.89 °C. Untuk temperatur suhu udara maksimum berada pada stasiun Klimatologi Jawa Tengah sebesar 39.4 °C, sedangkan temperatur suhu udara minimum berada pada stasiun Geofisika Banjarnegara sebesar 28 °C. Setelah menganalisis karakteristik data dengan statistika deskriptif, dilakukan pendekatan dengan metode *Block Maxima* (BM). Pada penelitian ini, data dalam satu tahun dibentuk menjadi dua periode (blok) temperatur suhu. Setiap blok akan berisi data temperatur suhu selama enam bulan berdasarkan pola moonsunal, yaitu blok April-Mei-Juni-Juli-Agustus-September (AMJJAS) dan blok Oktober-November-Desember-Januari-Februari-Maret (ONDJFM). Dalam setiap blok tersebut, nilai maksimum dari temperatur suhu udara akan diambil menggunakan metode *Block Maxima* (BM). Sebagai hasilnya, selama rentang waktu dari tahun 2014 hingga 2022, akan terbentuk total 18 blok. Berikut contoh data pada stasiun Klimatologi Jawa Tengah:

Tabel 2. Data Ekstrem Stasiun Klimatologi Jawa Tengah Menggunakan Metode *Block Maxima*

Bulan	Blok	Stasiun
		Klimatologi Jawa Tengah
ONDJFM	1	37.4
AMJJAS	2	36.3
ONDJFM	3	38.2
AMJJAS	4	37.6
ONDJFM	5	35.4
AMJJAS	6	35.6
ONDJFM	7	35.2
AMJJAS	8	36.6
ONDJFM	9	36.6
AMJJAS	10	36.4
ONDJFM	11	39.4
AMJJAS	12	37
ONDJFM	13	36
AMJJAS	14	35.8
ONDJFM	15	36
AMJJAS	16	35.6
ONDJFM	17	34.8
AMJJAS	18	36

Selanjutnya data ekstrem dilakukan estimasi parameter distribusi GEV menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Dengan menggunakan persamaan (5), (6), dan (7), maka diperoleh nilai estimasi parameter dari masing-masing stasiun.

1. Turunan terhadap parameter  $\mu$

$$\hat{\mu} = \frac{n - n \frac{\xi x_i}{\sigma} \frac{\xi + \frac{1}{\sigma}}{\xi + 1}}{-\frac{1}{\sigma} \sum_{i=1}^n \left[ 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right]^{-\left( \frac{1}{\xi} + 1 \right)} \sigma} - n \xi$$

2. Turunan terhadap parameter  $\sigma$

$$\hat{\sigma} = \frac{n}{-\left( 1 + \frac{1}{\xi} \right) \left( \sum_{i=1}^n \left( -\frac{\xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right)}{1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right)} \right) \right) - \left( \sum_{i=1}^n \left( -\frac{\left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)^{\frac{1}{\xi}} \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right)}{\xi \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)} \right) \right)}$$

3. Turunan terhadap parameter  $\xi$

$$\hat{\xi} = \frac{1}{\left( \frac{1}{\xi^2} \left[ \sum_{i=1}^n \ln \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right) \right] - \sum_{i=1}^n \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)^{\frac{1}{\xi}} \left( -\frac{\ln \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)}{\xi^2} + \frac{x_i - \mu}{\sigma \xi \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)} \right) \right) \left( \sum_{i=1}^n \frac{x_i - \mu}{\sigma \left( 1 + \xi \left( \frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right)} \right)}$$

Tabel 3. Hasil Estimasi Parameter Distribusi GEV

Stasiun	Location ( $\hat{\mu}$ )	Scale ( $\hat{\sigma}$ )	Shape ( $\hat{\xi}$ )
Klimatologi Jawa Tengah	35.9188517 8	0.8260700 4	0.0483898 4
Meteorologi Ahmad Yani	36.0824835	1.0098003	-0.1993842
Meteorologi Maritim Tanjung Emas	35.8857911	0.6778769	-0.1356466
Meteorologi Maritim Tegal	34.7660847	0.4791747	-0.3031731
Geofisika Banjarnegara a	30.4226822	1.2161403	-0.2162529

Setelah mendapatkan nilai estimasi parameter dari masing-masing stasiun pengamatan, dilakukan penggunaan nilai prediksi temperatur suhu udara. Dengan menggunakan persamaan (8):

$$\hat{R}_j = \hat{\mu}_j - \frac{\hat{\sigma}_j}{\hat{\xi}_j} \left[ 1 - (-\ln(1 - p))^{-\hat{\xi}_j} \right]$$

Maka akan diperoleh nilai prediksi atau *return level* dengan periode ulang dua tahun pada masing-masing seperti pada tabel berikut:

Tabel 4. Nilai Return Level

Stasiun	Tahun		
	2023-2024	2025-2026	2027-2028
Klimatologi Jawa Tengah	36.22432	36.97971	37.38433
Meteorologi Ahmad Yani	36.43939	37.19650	37.53990
Meteorologi Maritim Tanjung Emas	36.12817	36.66285	36.91603
Meteorologi Maritim Tegal	34.93230	35.26329	35.40319
Geofisika Banjarnegara	30.85121	31.75091	32.15435

Dari Tabel 4, dapat disimpulkan bahwa temperatur suhu dengan intensitas tertinggi terjadi di sekitar stasiun pengamatan suhu Meteorologi Ahmad Yani dengan suhu 36.43939 °C, 37.19650 °C, dan 37.53990 °C pada periode dua tahunan 2023-2024, 2025-2026, dan 2027-2028.

**PENUTUP**

**SIMPULAN**

Dari penelitian prediksi suhu udara Jawa Tengah menggunakan *Extreme Value Theory* dengan pendekatan metode *Block Maxima* ini dapat ditarik kesimpulan bahwasanya nilai return level atau nilai pengembalian di masa yang akan datang memberikan hasil bahwa temperatur suhu udara tertinggi akan terjadi di sekitar stasiun pengamatan suhu Meteorologi Ahmad Yani . Pada periode dua tahunan 2023-2024, 2025-2026, dan 2027-2028 menunjukkan temperatur suhu udara berturut-turut yaitu 36.43939 °C, 37.19650 °C, dan 37.53990 °C.

**SARAN**

Dari kesimpulan yang diperoleh, prediksi temperatur suhu udara dapat dikembangkan dengan lebih banyak lokasi dan output. Selain itu, memperhatikan kondisi temperatur suhu udara diberbagai lokasi dapat dipengaruhi oleh banyak hal,

maka akan lebih baik penelitian dilakukan pendekatan dari berbagai segi atau aspek.

**DAFTAR PUSTAKA**

BPS. 2022. "Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Provinsi Dan Jenis Kendaraan." *Badan Pusat Statistik*.

Coles, Stuart, Joanna Bawa, Lesley Trenner, and Pat Dorazio. 2001. *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*. Vol. 208. Springer.

IPCC a. 2014. "Climate Change 2014 Synthesis Report Summary Chapter for Policymakers." *Ippc* 31.

Kotz, Samuel, and Saralees Nadarajah. 2000. *Extreme Value Distributions: Theory and Applications*. world scientific.

Loedin, A. A. 2013. "Dampak Global Warming Kepada Kesehatan Manusia." *Begawan Ilmu Pengetahuan. Jakarta (ID): Akademi Ilmu Pengetahuan Indonesia*. Hal 21-34.

McNeil, Alexander J. 1999. "Extreme Value Theory for Risk Managers." *Departement Mathematik ETH Zentrum* 12(5):217-37.

Meehl, Gerald A. 2007. "Global Climate Projections. In Climate Change 2007." *The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC* 747-846.

Omey, Edward, Fermin Mallor, and Eulalia Nualart. 2009. "An Introduction to Statistical Modelling of Extreme Values. Application to Calculate Extreme Wind Speeds."

Prang, Jantje Denny. 2006. "Sebaran Nilai Ekstrim Terampat Dalam Fenomena Curah Hujan."

Sulistiyono, Sulistiyono. 2012. "Pemanasan Global (Global Warming) Dan Hubungannya Dengan Penggunaan Bahan Bakar Fosil." *Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas* 2(2).