

IDENTIFIKASI PERUBAHAN CURAH HUJAN DAN SUHU UDARA DI KOTA BENGKULU DAN KABUPATEN KEPAHANG PROVINSI BENGKULU

IDENTIFICATION OF CHANGES IN RAINFALL AND AIR TEMPERATURE IN BENGKULU CITY AND KEPAHANG DISTRICT, BENGKULU PROVINCE

Dina Whiri Muslihah^{1*}, Saif Akmal²

^{1,2}Stasiun Klimatologi Bengkulu, Jl. Ir. Rustandi Sugianto, Kota Bengkulu, 38216

*E-mail: dina.muslihah@bmkg.go.id

Naskah masuk: 17 Oktober 2023 Naskah diperbaiki: 20 November 2023 Naskah diterima: 22 Mei 2024

ABSTRAK

Perubahan iklim memiliki dampak yang luas di berbagai wilayah di dunia. Peluang terjadinya kondisi iklim ekstrem berupa curah hujan tinggi dan kekeringan meningkat sebagai salah satu akibat dari perubahan iklim. Indonesia yang berada di wilayah tropis dan termasuk dalam negara berkembang rentan terdampak perubahan iklim sehingga perlu dilakukan analisis perubahan iklim di Indonesia. Penelitian ini menganalisis perubahan iklim menggunakan indeks iklim ekstrem yang dihasilkan dari kajian *Expert Team for Climate Change Detection and Indices (ETCCDI)*. Indeks ini menghitung perubahan pada suhu maksimum, suhu minimum, dan curah hujan. Analisis statistik menggunakan metode Mann-Kendall juga dilakukan untuk melihat ada atau tidaknya tren perubahan pada unsur iklim. Data yang digunakan adalah data dari Stasiun Meteorologi Bengkulu sebagai perwakilan dari wilayah Kota Bengkulu yang berada di pesisir pantai dan data dari Stasiun Geofisika Kepahiang sebagai perwakilan dari Kabupaten Kepahiang yang berada pada daerah dataran tinggi. Data yang digunakan adalah data periode 1991 – 2020. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi perubahan suhu minimum yang signifikan pada kedua wilayah.

Kata kunci: Indeks, suhu, curah hujan, perubahan iklim, tren

ABSTRACT

Climate change has far-reaching impacts in various regions of the world. The chance of extreme climate conditions in the form of high rainfall and drought is increasing as a result of climate change. Indonesia, which is in a tropical region and is a developing country, is vulnerable to being affected by climate change, so it is necessary to analyze climate change in Indonesia. This research analyzes climate change using extreme climate indices produced from the Expert Team for Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) study. This index calculates changes in maximum temperature, minimum temperature, and rainfall. Statistical analysis using the Mann-Kendall method was also carried out to see whether or not there were changing trends in climate elements. The data used is data from the Bengkulu Meteorological Station as a representative of the Bengkulu City area which is on the coast and data from the Kepahiang Geophysical Station as a representative of Kepahiang Regency which is in the highland area. The data used is data for the period 1991 – 2020. The results of this research show that there has been a significant change in minimum temperature in both regions.

Keywords: Indices, temperature, rainfall, climate change, trends

1. Pendahuluan

Konsekuensi signifikan dari pemanasan global akibat meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer adalah terjadinya perubahan iklim [1]. Merujuk pada definisinya, perubahan iklim adalah berubahnya pola dan intensitas unsur iklim pada periode waktu yang dapat dibandingkan [2]. Dampak serius perubahan iklim mengakibatkan peningkatan curah hujan di wilayah tertentu dan sekaligus kekeringan di tempat yang lain [3]. Peluang kejadian cuaca atau iklim ekstrem semakin meningkat seiring dengan terjadinya perubahan iklim [4]. Indikator kejadian cuaca atau iklim ekstrem dapat dikaji melalui variasi nilai indeks iklim [5]. Nilai indeks iklim ekstrem merupakan indeks yang menggambarkan suatu karakteristik khusus dari perubahan iklim hasil kajian *Expert Team for Climate Change Detection and Indices* (ETCCDI). ETCCDI menyediakan penentuan indeks iklim ekstrem berdasarkan data harian suhu dan curah hujan. Kajian pemanfaatan indeks iklim ekstrem telah dilakukan pada beberapa lokasi untuk melihat ada tidaknya perubahan kejadian cuaca atau iklim ekstrem sebagai deteksi awal terjadinya perubahan iklim [6].

Berada di wilayah tropis menjadikan Indonesia memiliki curah hujan tinggi dan pencahayaan matahari yang intens setiap tahunnya. Kondisi tersebut juga disertai tingginya risiko bencana akibat peristiwa iklim ekstrem seperti banjir dan kemarau [7]. Peningkatan suhu global diperkirakan akan menyebabkan perubahan-perubahan yang lain seperti naiknya permukaan air laut, meningkatnya intensitas fenomena cuaca ekstrem, serta perubahan jumlah dan pola presipitasi [8]. Presipitasi sebagai endapan air dari atmosfer pada permukaan bumi dalam bentuk cair (tetes hujan) dan padat (es). Bentuk presipitasi yang umum dikenal adalah hujan (*rain*), gerimis (*drizzle*), salju (*snow*), dan batu es (*hail*). Di wilayah tropis seperti Indonesia, presipitasi lebih didefinisikan sebagai hujan karena sangat jarang dalam bentuk es [9]. Analisis lebih mendalam terkait peristiwa ekstrem penting dilakukan utamanya di wilayah negara berkembang yang rentan terhadap bencana akibat peristiwa ekstrem, salah satunya di wilayah Indonesia.

Penelitian mengenai perubahan indeks iklim ini telah dilakukan secara global maupun regional. Analisis secara global menunjukkan perubahan pada suhu udara ekstrem yang cukup signifikan yang berasosiasi dengan peningkatan suhu

udara sejak 1951 hingga 2003 [10]. Di wilayah Eropa, dengan jangka waktu 1946 hingga 1999 dengan hasil yang menunjukkan terjadi penurunan deret hari dingin yang signifikan dan disertai terjadi peningkatan deret hari hangat [11]. Di Jakarta, jumlah hari yang panas menurut kecenderungan yang umumnya meningkat. Hal ini dapat menyebabkan suhu di Jakarta semakin panas. Namun untuk curah hujan, tidak ada perubahan yang signifikan curah selama tahun 1986-2014 [12].

Pada penelitian ini, akan dilakukan pengujian perubahan variabel iklim seperti temperatur maksimum, temperatur minimum, dan curah hujan dari pengamatan harian yang memenuhi kriteria perubahan iklim. Kota Bengkulu dan Kabupaten Kepahiang dipilih sebagai representasi dataran rendah dan kawasan dataran tinggi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perubahan karakteristik suhu dan curah hujan dari hasil pengamatan dengan menggunakan perhitungan indeks. Hasil dari penelitian ini untuk kajian akademik yang lebih dalam menyusun strategi adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan maupun strategi yang tepat untuk mengantisipasi dampak buruk hujan ekstrem, maupun berbagai sektor pembangunan lainnya di Kota Bengkulu dan Kabupaten Kepahiang.

2. Metode Penelitian

2.1 Data Penelitian

Metode Wilayah yang dikaji pada penelitian ini adalah Kota Bengkulu dan Kabupaten Kepahiang, dengan menggunakan data observasi Stasiun Meteorologi Fatmawati Bengkulu dan Stasiun Geofisika Kepahiang. Data observasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harian parameter suhu maksimum, suhu minimum dan curah hujan periode tahun 1991 – 2020. Periode 1991– 2020 merupakan periode standar normal terbaru yang digunakan oleh BMKG untuk analisis klimatologis.

Nama Stasiun	Lintang	Bujur	Elevasi
Stasiun Meteorologi Fatmawati Soekarno Bengkulu	03°51'46.8" LS	102°19'40.8" BT	16 m
Stasiun Geofisika Kepahiang	03°39'25.2" LS	102°33'46.8" BT	517 m

2.2 Metode Penelitian

Tahap awal pada penelitian adalah pengumpulan data cuaca harian di stasiun pengamatan di atas pada periode pengamatan 1991-2020. Kemudian dilakukan kontrol kualitas data. Penyusunan data dilakukan dengan format bahasa pemrograman *Rclimindex* sebagai *software* pengolah data statistik. Dilakukan perhitungan akumulatif, rata-rata, estimasi tren linear dan uji statistik pada tiap indeks iklim yang dihitung. Dalam penelitian ini, indeks iklim yang dihitung adalah berdasarkan standar ETCCDI adalah sebagai berikut.

Indeks Curah Hujan

Indeks	Deskripsi	Definisi	Satuan
Rx1day	Max 1-day precipitation amount	Monthly maximum 1-day precipitation	Mm
Rx5day	Max 5-day precipitation amount	Monthly maximum consecutive 5-day precipitation	Mm
R10	Number of heavy precipitation days	Annual count of days when PRCP>=10mm	Days
R20	Number of very heavy precipitation days	Annual count of days when PRCP>=20mm	Days
CDD	Consecutive dry days	Maximum number of consecutive days with RR<1mm	Days
CWD	Consecutive wet days	Maximum number of consecutive days with RR>=1mm	Days
R95p	Very wet days	Annual total PRCP when RR>95th percentile	Mm
R99p	Extremely wet days	Annual total PRCP when RR>99th percentile	mm
PRCPTOT	Annual total wet-day precipitation	Annual total PRCP in wet days (RR>=1mm)	mm

Indeks Suhu Udara

Indeks	Deskripsi	Definisi	Satuan
TXx	Max Tmax	Monthly maximum value of daily maximum temp	°C
TNx	Max Tmin	Monthly maximum value of daily minimum temp	°C
TXn	Min Tmax	Monthly minimum value of daily maximum temp	°C
TNn	Min Tmin	Monthly minimum value of daily minimum temp	°C

TXmean	Mean Tmax	Monthly average value of daily maximum temp	°C
TNmean	Mean Tmin	Monthly average value of daily minimum temp	°C
TN10p	Cool nights	Percentage of days when TN<10th percentile	Days
TX10p	Cool days	Percentage of days when TX<10th percentile	Days
TN90p	Warm nights	Percentage of days when TN>90th percentile	Days
TX90p	Warm days	Percentage of days when TX>90th percentile	Days
DTR	Diurnal temperature range	Monthly mean difference between TX and TN	°C

Selain menggunakan analisis berdasarkan indeks iklim ekstrem, dilakukan juga analisis menggunakan metode statistik deskriptif. Sebagai pembuktian ada atau tidaknya perubahan nilai tren sebagai dampak dari perubahan iklim di wilayah Kota Bengkulu dan Kabupaten Kepahiang, maka dilakukan uji Mann-Kendall [13] untuk menunjukkan perubahan unsur cuaca secara statistik. Perumusan yang dilakukan untuk menghitung Mann-Kendall adalah dengan menghitung variabel S sebagai berikut.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (1)$$

Di mana n merupakan jumlah data, x_j dan x_k adalah nilai data dalam sebuah data *time series* pada rentang j dan k , untuk $\text{sgn}(x_j - x_k)$ merupakan fungsi dari:

$$\text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} +1, & \text{jika } x_j - x_k > 0 \\ 0, & \text{jika } x_j - x_k = 0 \\ -1, & \text{jika } x_j - x_k < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Untuk nilai variasi, dihitung menggunakan perumusan:

$$V(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (3)$$

Kemudian untuk persamaan Mann-Kendall dirumuskan sebagai berikut:

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{V(S)}}, & \text{jika } S > 0 \\ 0, & \text{jika } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{V(S)}}, & \text{jika } S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

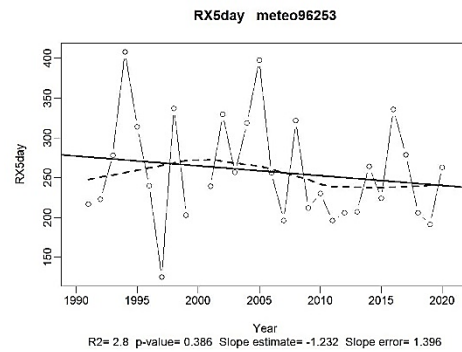
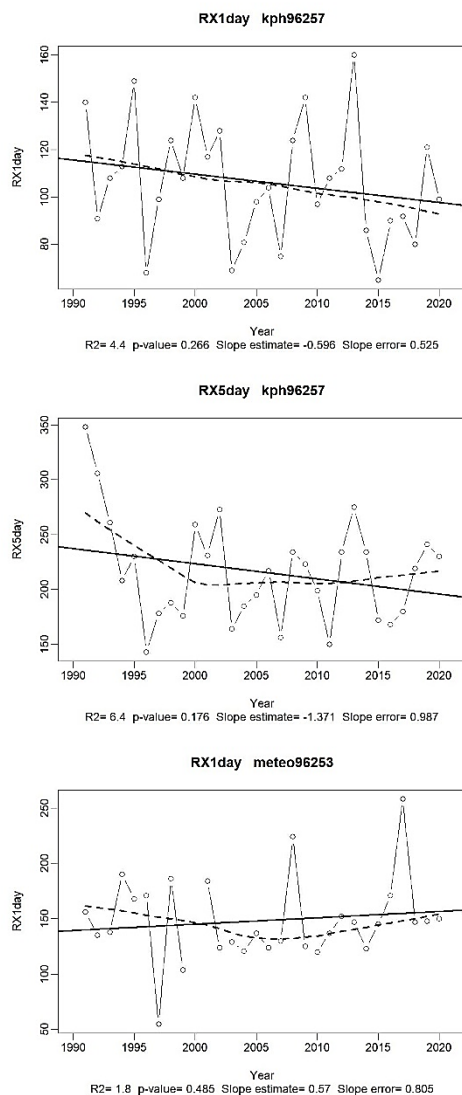
Nilai Z_{MK} positif menunjukkan adanya kecenderungan perubahan tren positif, nilai Z_{MK} negatif menunjukkan kecenderungan perubahan tren negatif. Pengujian nilai tren

dilakukan pada nilai α yang signifikansi yang spesifik. Ketika $|Z_s| > Z_{s1-\alpha/2}$, H_0 ditolak. $Z_{s1-\alpha/2}$ didapatkan dari tabel distribusi normal. Pada penelitian ini digunakan tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$ ($Z_{MK} \geq Z_{\alpha/2} = |\pm 1,96|$).

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan menjelaskan hasil perhitungan indeks yang dijelaskan dalam bentuk plot grafik indeks. Gambar sebelah kiri menunjukkan indeks di Kabupaten Kepahiang dan sebelah kanan menunjukkan indeks wilayah Kota Bengkulu.

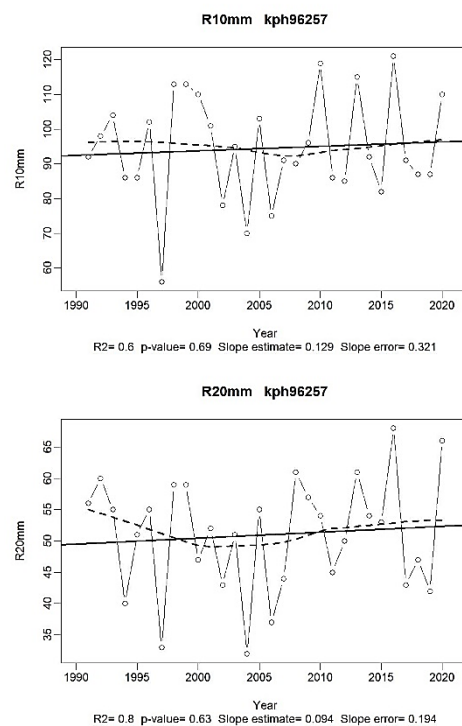
Rx1day dan Rx5day

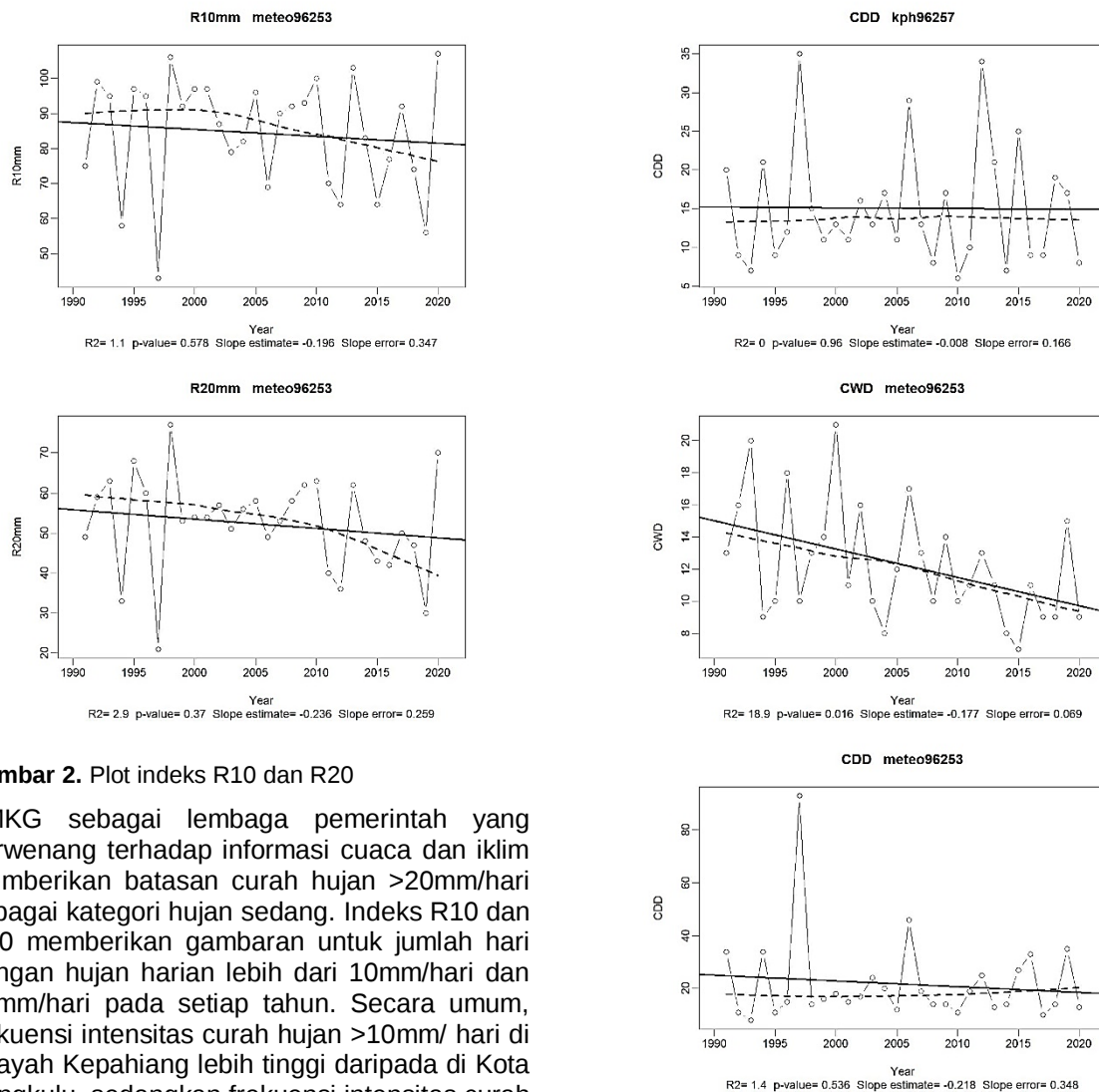


Gambar 1. Plot indeks Rx1day dan Rx5day

Indeks Rx1day dan Rx5day memberi gambaran intensitas curah hujan bulanan maksimum yang terjadi dalam 1 hari dan dalam 5 hari berturut-turut yang dihitung per-tahun. Nilai Rx1day dan Rx5day di wilayah Kepahiang memiliki variasi antar tahunan yang beragam. Nilai Rx1day tertinggi sebesar 160 mm dengan rata-rata sebesar 106 mm. Nilai Rx5day tertinggi sebesar 348 mm dengan rata-rata sebesar 216 mm. Kedua indeks ini memiliki kecenderungan untuk turun sebesar 0.59 dan 1.38 mm setiap tahunnya. Sedangkan nilai Rx1day tertinggi di wilayah Kota Bengkulu adalah 258 mm dengan rata-rata sebesar 148 mm. Nilai Rx5day tertinggi sebesar 408 mm dengan rata-rata sebesar 258 mm. Di wilayah Kota Bengkulu, indeks Rx1day memiliki kecenderungan naik sebesar 0.57 mm setiap tahunnya dan indeks Rx5day cenderung turun sebesar 1.23 mm per-tahunnya.

R10 dan R20

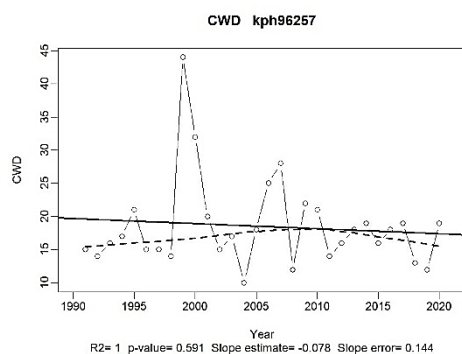




Gambar 2. Plot indeks R10 dan R20

BMKG sebagai lembaga pemerintah yang berwenang terhadap informasi cuaca dan iklim memberikan batasan curah hujan >20mm/hari sebagai kategori hujan sedang. Indeks R10 dan R20 memberikan gambaran untuk jumlah hari dengan hujan harian lebih dari 10mm/hari dan 20mm/hari pada setiap tahun. Secara umum, frekuensi intensitas curah hujan >10mm/ hari di wilayah Kepahiang lebih tinggi daripada di Kota Bengkulu, sedangkan frekuensi intensitas curah hujan >20mm/hari pada kedua wilayah tidak jauh berbeda. Analisis tren R10 dan R20 menunjukkan adanya kecenderungan naik pada wilayah Kepahiang sebesar 0.13 dan 0.09 hari setiap tahunnya dan turun pada wilayah Kota Bengkulu sebesar 0.20 dan 0.23 hari setiap tahunnya.

CWD dan CDD

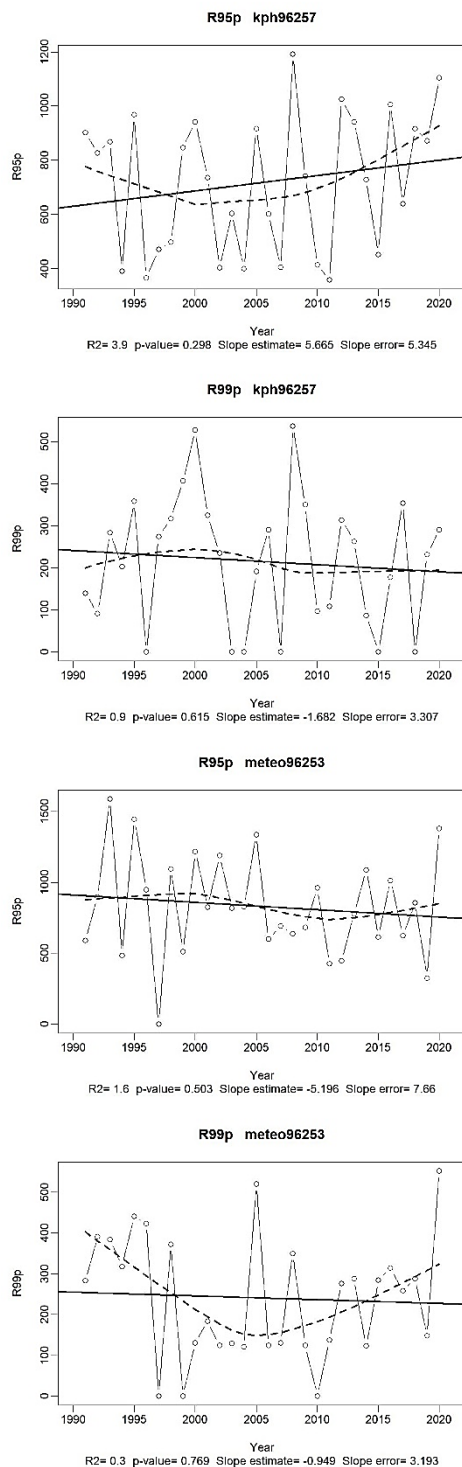


Gambar 3. Plot indeks CWD dan CDD

Indeks CWD menunjukkan jumlah maksimum pada deret hari hujan berturut-turut selama satu tahun. Indeks CDD menunjukkan jumlah maksimum pada deret hari tanpa hujan berturut-turut selama satu tahun. Indeks CWD rata-rata di Kabupaten Kepahiang berkisar antara 10 – 44 hari sedangkan di Kota Bengkulu berkisar antara 7 – 21 hari. Analisis tren CWD menunjukkan kecenderungan tren untuk terus turun setiap tahunnya dengan *slope* masing-masing sebesar 0.08 dan 0.17. Hal ini menunjukkan ada probabilitas intensitas curah hujan yang semakin sedikit terjadi. Di sisi lain, indeks CDD rata-rata di Kabupaten Kepahiang berkisar antara 6 – 35 hari sedangkan di Kota Bengkulu berkisar antara 8 – 93 hari. CDD tertinggi sebanyak 93 hari terjadi pada tahun 1997 yang bersamaan dengan kejadian El-Nino kuat sehingga menjadi indikasi pada tahun ini El-Nino kuat memberi dampak yang signifikan pada pengurangan intensitas hujan bahkan menyebabkan kekeringan di Kota Bengkulu.

Analisis tren CDD baik di Kabupaten Kepahiang dan Kota Bengkulu menunjukkan tidak adanya perubahan tren yang signifikan. Secara umum, deret hari kering lebih banyak daripada deret hari hujan pada wilayah Kota Bengkulu dengan kecenderungan intensitas dan durasi curah hujan akan semakin sering terjadi di wilayah Kota Bengkulu.

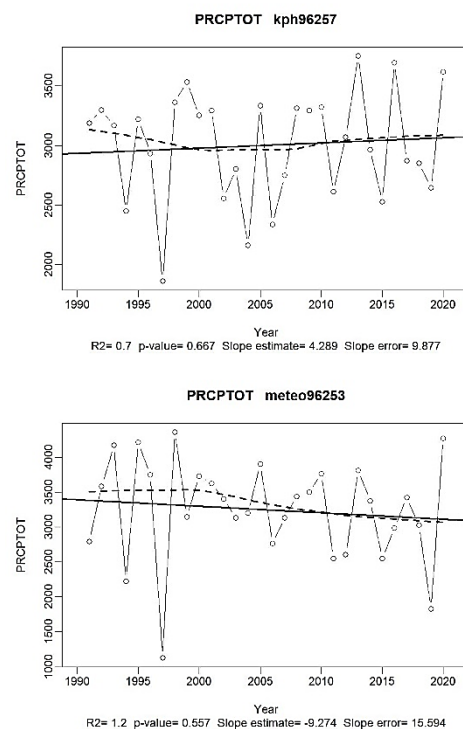
R95p dan R99p



Gambar 4. Plot indeks R95p dan R99p

Kedua indeks ini, R95p dan R99p memberikan gambaran intensitas hujan tahunan pada saat hujan lebih dari nilai ekstrem. Nilai ekstrem tersebut diambil dari nilai persentil ke-95 dan ke-99 curah hujan selama periode data 1991 – 2020. Dapat dikatakan ekstrem persentil ke-95 mewakili curah hujan ekstrem sedangkan ekstrem persentil ke-99 mewakili nilai curah hujan sangat ekstrem. Indeks R95p di kedua wilayah memiliki perbedaan kecenderungan untuk naik dan turun. Di wilayah Kepahiang, R95p memiliki kecenderungan untuk naik sedangkan di Kota Bengkulu cenderung untuk turun. Sedangkan, pada indeks R99p pada kedua wilayah memiliki persamaan untuk cenderung turun dengan *slope* sebesar 1.69 di Kabupaten Kepahiang dan 0.95 di Kota Bengkulu.

PRCPTOT

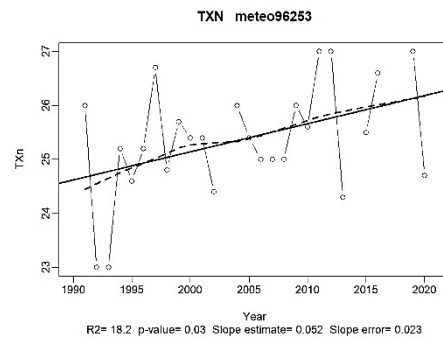
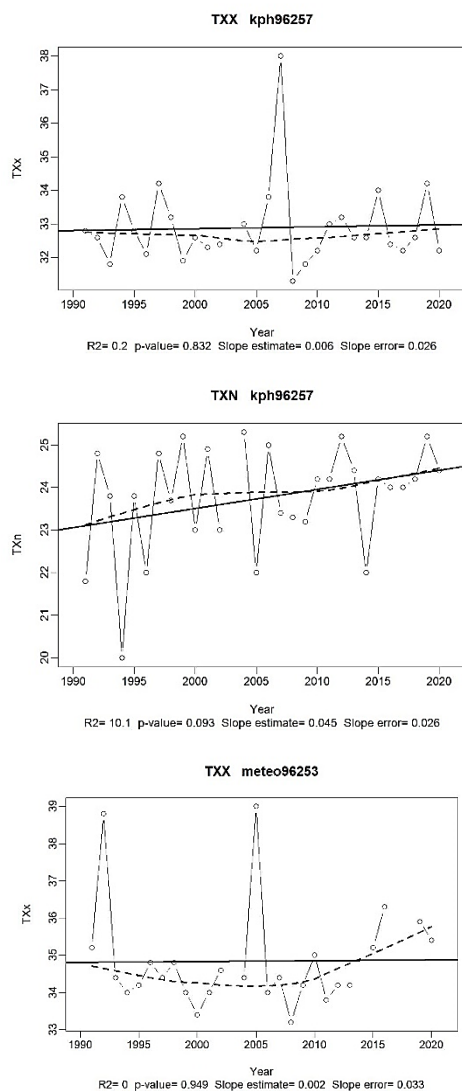


Gambar 5. Plot indeks PRCPTOT

Curah hujan tahunan adalah indeks untuk akumulasi curah hujan selama periode satu tahun. Terdapat variasi curah hujan antar tahunan dari kedua stasiun. Curah hujan rata-rata selama periode 1991 – 2020 di Kabupaten Kepahiang adalah 3003 mm dengan rentang curah hujan berada pada kisaran 1800 – 3750 mm per-tahunnya. Selama periode tersebut, curah hujan terendah terjadi pada tahun 1997 dengan intensitas sebanyak 1864 mm. Sedangkan curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2013 dengan intensitas 3752 mm. Selain itu, dari analisis tren terdapat kecenderungan peningkatan curah hujan sebesar 4.3 mm setiap tahunnya.

Di Kota Bengkulu, curah hujan rata-rata tahunannya adalah sebesar 3246 mm. Selama periode data, curah hujan terendah di Kota Bengkulu terjadi pada tahun 1997 dengan intensitas curah hujan sebesar 1129 mm dengan curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 1998 dengan intensitas 4357 mm. Dari analisis tren, didapatkan kecenderungan curah hujan untuk terus turun setiap tahunnya sebesar 9.3 mm setiap tahunnya. Perbedaan nilai curah hujan dapat diakibatkan dari perbedaan penerimaan radiasi dan penguapan yang terjadi akibat perbedaan ketinggian lokasi.

TXx dan TXn

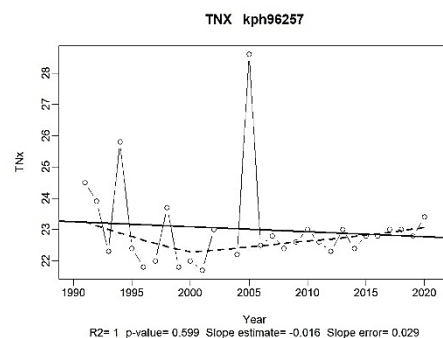


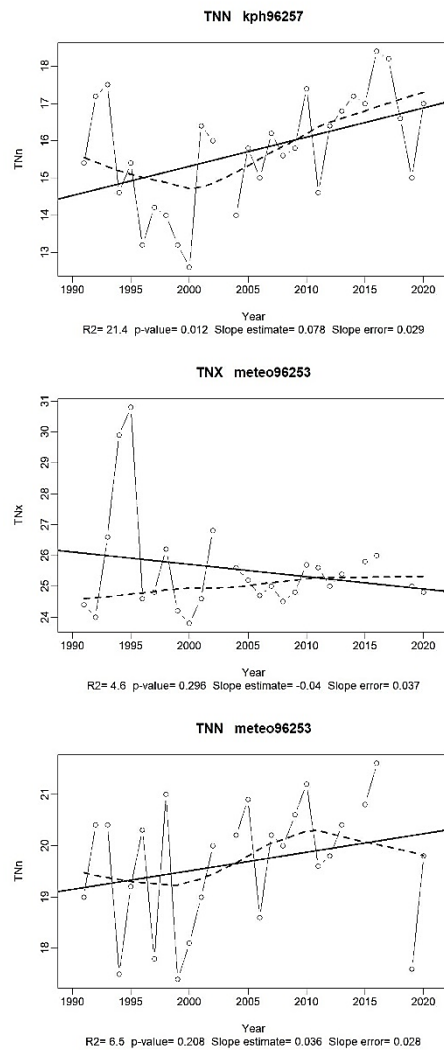
Gambar 6. Plot indeks TXx dan TXn

TXx dan TXn merupakan indeks yang menunjukkan nilai tertinggi suhu maksimum bulanan dan nilai terendah suhu maksimum bulanan pada suatu wilayah. Berdasarkan indeks TXx, di Kabupaten Kepahiang maupun Kota Bengkulu mengalami kenaikan. Kenaikan yang terjadi di kedua wilayah memiliki *slope* sebesar 0.006 dan 0.002 untuk masing-masing wilayah Kabupaten Kepahiang dan Kota Bengkulu dalam periode waktu 1991 – 2020. Indeks ini cenderung datar mengindikasikan bahwa selama periode waktu tersebut, perubahan nilai tertinggi suhu maksimum bulanan tidak terlalu signifikan, bahkan cenderung sama.

Hal yang berbeda terjadi pada indeks TXn, di mana wilayah Kabupaten Kepahiang mengalami kenaikan dengan *slope* 0.045, sedangkan di wilayah Kota Bengkulu mengalami kenaikan dengan *slope* sebesar 0.052. Kenaikan yang terjadi di Kota Bengkulu lebih besar jika dibandingkan di Kabupaten Kepahiang menunjukkan bahwa di kedua wilayah mengalami suhu maksimum yang cenderung semakin panas, namun Kota Bengkulu mengalami kenaikan yang lebih besar dibandingkan dengan wilayah Kabupaten Kepahiang. Perubahan pada indeks ini juga menunjukkan bahwa perubahan yang signifikan hanya terjadi di Kota Bengkulu.

TNx dan TNn

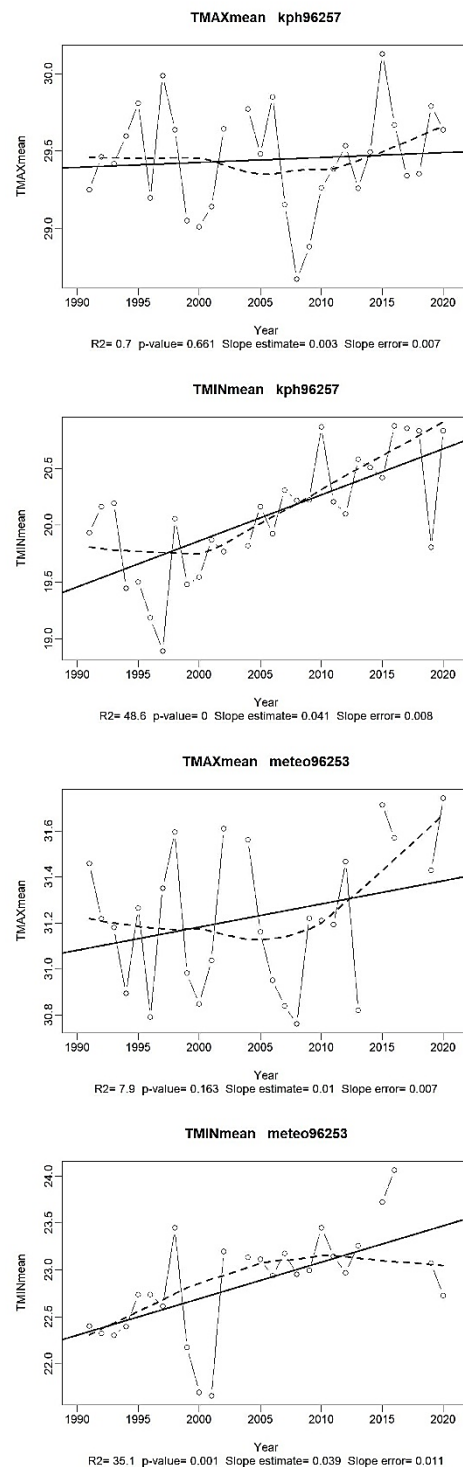




Gambar 7. Plot indeks TNx dan TNn

TNx dan TNn merupakan indeks suhu minimum tertinggi dan suhu minimum terendah. Untuk indeks TNx, pada kedua wilayah mengalami penurunan dengan *slope* sebesar 0.016 dan 0.04 untuk Kabupaten Kepahiang dan Kota Bengkulu. Berdasarkan nilai *slope*, penurunan di Kota Bengkulu cenderung lebih rendah, namun perubahan di kedua wilayah tidak signifikan. Sedangkan untuk indeks TNn, di kedua wilayah mengalami kenaikan dengan nilai *slope* 0.078 untuk Kabupaten Kepahiang dan 0.036 untuk Kota Bengkulu. Berdasarkan indeks tersebut, kenaikan nilai terendah suhu minimum di Kabupaten Kepahiang cenderung lebih tinggi dan signifikan jika dibandingkan dengan Kota Bengkulu yang terjadi tidak signifikan. Peningkatan nilai terendah suhu minimum ini mengindikasikan bahwa nilai terendah yang dapat dicapai oleh suhu minimum, menjadi lebih panas dalam periode 1991 – 2020.

TXmean dan Tnmean



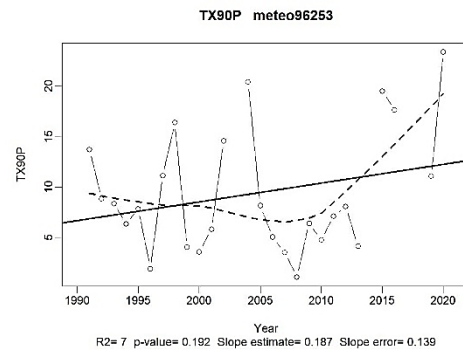
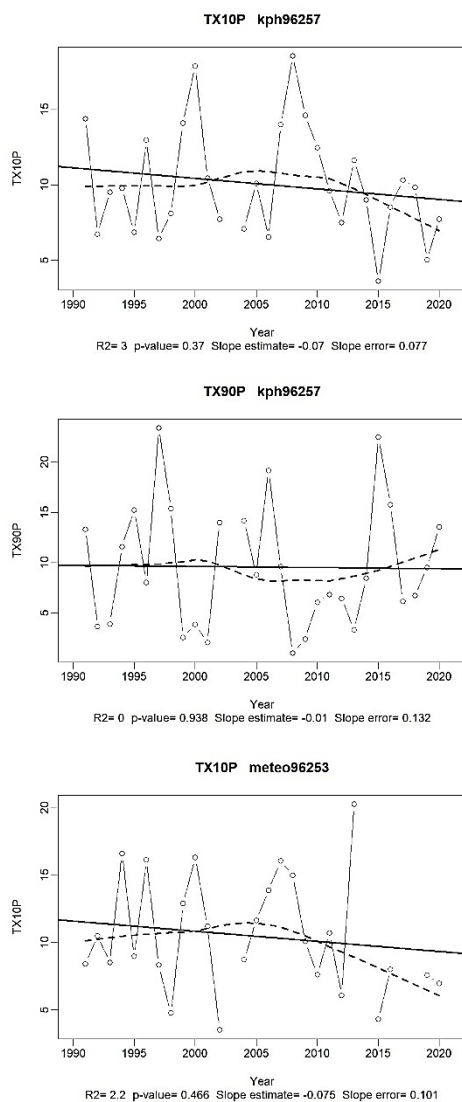
Gambar 8. Plot indeks TXmean dan Tnmean

Indeks TXmean dan TNmean menghitung nilai rata-rata suhu maksimum dan suhu minimum. Berdasarkan indeks TXmean, Kabupaten Kepahiang dan Kota Bengkulu sama-sama mengalami kenaikan dengan *slope* 0.003 dan 0.01, namun perubahan di kedua wilayah tidak signifikan. Kenaikan pada Kota Bengkulu lebih

tinggi, hal ini sejalan dengan indeks TXn di mana nilai terendah suhu maksimum Kota Bengkulu juga mengalami kenaikan yang lebih tinggi daripada Kabupaten Kepahiang.

Sedangkan untuk indeks TNmean, kedua wilayah mengalami kenaikan dengan nilai slope 0.041 untuk Kabupaten Kepahiang dan 0.039 untuk Kota Bengkulu dengan perubahan yang signifikan di kedua wilayah. Kenaikan pada indeks TNmean Kabupaten Kepahiang lebih tinggi daripada Kota Bengkulu yang sejalan dengan indeks TNn Kabupaten Kepahiang yang mengalami kenaikan lebih tinggi juga.

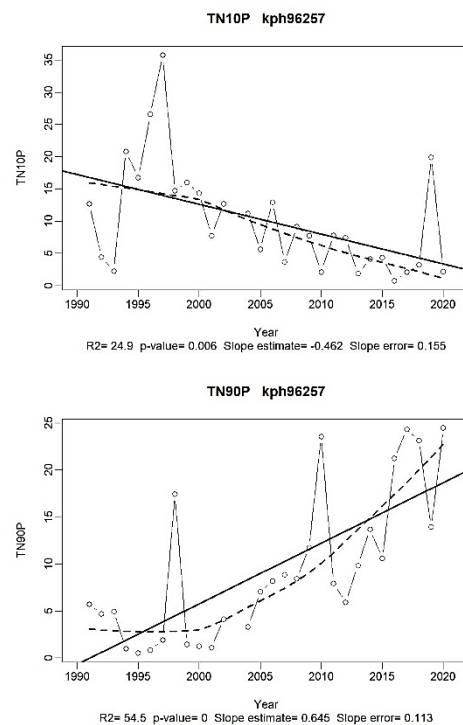
TX10p dan TX90p

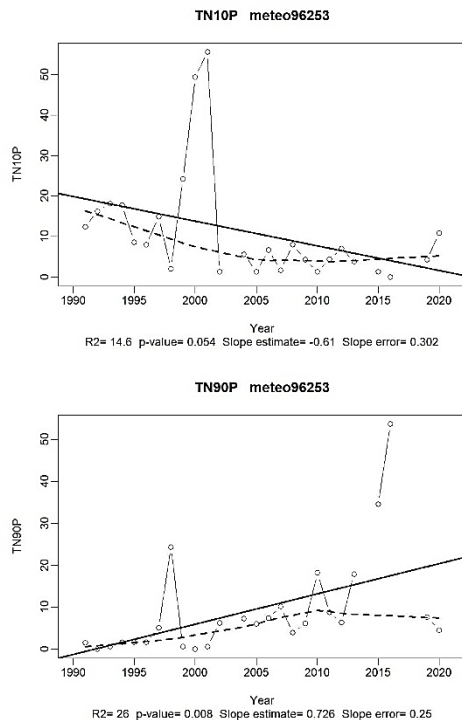


Gambar 9. Plot indeks TX10p dan TX90p

Gambar 8. Menunjukkan indeks TX10p (cold days) dan TX90p (warm days). Pada kedua wilayah, indeks *cold days* mengalami penurunan dengan slope 0.07 dan 0.075 untuk Kabupaten Kepahiang dan Kota Bengkulu, sedangkan untuk *warm days*, Kabupaten Kepahiang mengalami penurunan dengan slope 0.01 dan Kota Bengkulu mengalami kenaikan dengan slope 0.187. Perubahan yang terjadi pada 2 indeks di kedua wilayah cenderung tidak signifikan. Terjadinya penurunan *cold days* dan kenaikan *warm days* di Kota Bengkulu menunjukkan bahwa suhu di siang hari semakin meningkat sehingga kejadian suhu dengan nilai yang lebih besar dari persentil ke-90 semakin sering terjadi. Sedangkan untuk Kabupaten Kepahiang, terjadinya penurunan *cold days* dan penurunan *warm days* cenderung lebih kecil.

TN10p dan TN90p

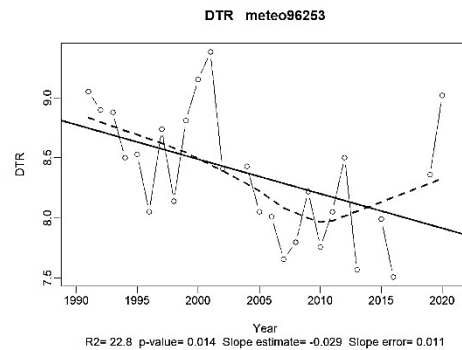
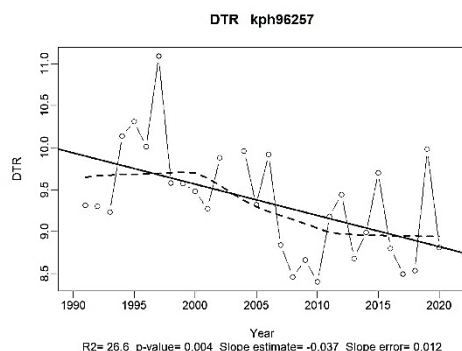




Gambar 10. Plot indeks TN10p dan TN90p

Gambar 9 menunjukkan indeks TN10p (*cold nights*) dan TN90p (*warm nights*). Indeks TN10p pada Kabupaten Kepahiang dan Kota Bengkulu mengalami penurunan dengan *slope* 0.462 dan 0.61 untuk masing-masing wilayah. Perubahan di Kabupaten Kepahiang terjadi dengan signifikan, namun perubahan di Kota Bengkulu tidak signifikan. Pada indeks TN90p mengalami hal sebaliknya, yaitu terjadi kenaikan dengan *slope* 0.645 untuk Kabupaten Kepahiang dan 0.762 untuk Kota Bengkulu dengan perubahan yang signifikan untuk kedua wilayah. Terjadinya penurunan kejadian *cold nights* dan terjadinya kenaikan *warm nights* pada kedua wilayah menunjukkan bahwa suhu di malam hari semakin meningkat. Peningkatan suhu di malam hari lebih besar terjadi di Kota Bengkulu yang ditunjukkan dengan nilai *slope* yang lebih besar untuk penurunan *cold nights* maupun kenaikan *warm nights*.

DTR



Gambar 11. Plot indeks DTR

Indeks DTR yang merupakan selisih antara nilai suhu maksimum dan suhu minimum. Berdasarkan indeks DTR, nilai pada kedua wilayah mengalami penurunan dengan *slope* 0.037 untuk Kabupaten Kepahiang dan 0.029 untuk Kota Bengkulu. Perubahan indeks DTR di kedua wilayah adalah signifikan. Penurunan di Kabupaten Kepahiang memiliki nilai yang lebih tinggi. Penurunan nilai DTR, mengindikasikan bahwa selisih nilai suhu maksimum dan suhu minimum semakin kecil. DTR dipengaruhi oleh banyak faktor, di antaranya adalah adanya perubahan tata guna dan tutupan lahan, *urban heat*, emisi dari gas rumah kaca, serta tutupan awan. Faktor-faktor tersebut mengakibatkan semakin kecilnya selisih dari suhu maksimum dan suhu minimum yang terjadi dalam suatu wilayah [14]. Perubahan pada DTR menyimpan informasi yang penting dalam analisis perubahan iklim, karena dapat merepresentasikan perubahan pada suhu yang lebih kompleks daripada perubahan yang terjadi hanya pada suhu rata-rata saja. Terjadinya perubahan pada nilai DTR merupakan dampak langsung dari terjadinya perubahan yang konsisten pada nilai suhu maksimum dan minimum [15].

Analisis Mann-Kendall

Berdasarkan hasil hitung Mann-Kendall, didapatkan nilai *p-value* untuk setiap unsur di Kabupaten Kepahiang dan Kota Bengkulu sebagai berikut.

Nama Unsur	Lokasi	p -Value at $\alpha = 0.05$
Curah Hujan	Stasiun Geofisika Kepahiang	Upward: 0.333607 Downward: 0.666393
Suhu Maksimum	Stasiun Geofisika Kepahiang	Upward: 0.629004 Downward: 0.370996
Suhu Minimum	Stasiun Geofisika Kepahiang	Upward: 0 Downward: 1
Curah Hujan	Stasiun Meteorologi Fatmawati	Upward: 0.756794 Downward: 0.243206
Suhu Maksimum	Stasiun Meteorologi Fatmawati	Upward: 0.692128 Downward: 0.307872
Suhu Minimum	Stasiun Meteorologi Fatmawati	Upward: 0 Downward: 1

Nilai p -value yang dihasilkan menunjukkan ada atau tidaknya perubahan tren dari unsur yang diukur. Unsur yang mengalami perubahan, memiliki nilai p -value kurang dari 0.05. Hasil hitung tes Mann-Kendall menunjukkan bahwa unsur yang mengalami perubahan tren adalah unsur suhu minimum saja dari kedua lokasi. Perubahan tren yang terjadi adalah perubahan ke atas, yaitu terbukti terjadi peningkatan suhu minimum di kedua lokasi berdasarkan analisis tren. Untuk unsur curah hujan dan suhu maksimum di kedua lokasi, tidak menunjukkan adanya perubahan berdasarkan tes Mann-Kendall. Hasil dari tes Mann-Kendall ini sejalan dengan hasil indeks dari *Rclimindex* di mana indeks suhu minimum lebih menunjukkan adanya perubahan yang signifikan.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan 9 indeks curah hujan yang dianalisis, Kota Bengkulu mengalami perubahan yang signifikan pada indeks CWD, sedangkan untuk Kabupaten Kepahiang tidak terdapat perubahan pada semua indeks. Perubahan indeks CWD di Kota Bengkulu berupa penurunan yang mengindikasikan bahwa terjadi penurunan kejadian hujan di Kota Bengkulu yang signifikan.
2. Berdasarkan 9 indeks suhu yang dianalisis, Kota Bengkulu mengalami perubahan yang signifikan pada indeks TXN, TNmean, TN90p, dan DTR. Sedangkan untuk Kabupaten Kepahiang mengalami perubahan yang signifikan pada indeks TNN, TNmean, TN10p, TN90p, dan DTR. Perubahan yang terjadi di kedua wilayah

mengarah pada semakin hangatnya suhu dalam periode 30 tahun.

3. Nilai p -value pada analisis Mann-Kendall menunjukkan adanya perubahan tren yang signifikan hanya pada unsur suhu minimum di Kota Bengkulu maupun di Kabupaten Kepahiang. Hal ini mendukung hasil dari hitung *Rclimindex* yang juga menunjukkan perubahan signifikan pada indeks-indeks suhu minimum.

Daftar Pustaka

- [1] Nugroho, S. (2019). Analisis iklim ekstrim untuk deteksi perubahan iklim di Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 7–14. doi: 10.14710/jil..
- [2] Herlina, N., & Prasetyorini, A. (2020). Pengaruh Perubahan Iklim pada musim tanam dan produktivitas jagung (*Zea mays* L.) di Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 118-128.
- [3] Sudarma, I. M., & As-syakur, A., R. (2018). Dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian di provinsi bali. *SOCA J. Sos. Ekon. Pertanian*. doi: 10.24843/soca.2018.v12.i01.p07.
- [4] Dosio, A., Mentaschi, L., Fischer, E. M., & Wyser, K. (2018). Extreme heat waves under 1.5 C and 2 C global warming. *Environmental research letters*, 13(5), 054006.
- [5] Ariyani, R. N., Muliadi, M., & Adriat, R. Analisis Nilai Indeks Iklim Ekstrem Periode Tahun 1990-2019 Di Kalimantan Barat. (2021). *Prisma Fisika*, 9(3), 309-314.
- [6] Ariyani, R. N., Muliadi, M., & Adriat, R. (2020). Analisis Kecenderungan Hujan Ekstrem Berbasis Indeks Iklim Ekstrem Periode Tahun 1990-2019 di Kalimantan Barat. *Positron*, 12(1), 49-59.
- [7] Hidayat, N. M., Pandiangan, A. E., & Pratiwi, A. (2018). Identifikasi perubahan curah hujan dan suhu udara menggunakan *Rclimindex* Di wilayah Serang. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 5(2), 37-44.
- [9] Bayong, T. H. K. (1999). *Klimatologi Umum*. Bandung: ITB.
- [10] Alexander, L. V., Zhang, X., Peterson, T. C., Caesar, J., Gleason, B., ... Haylock, M. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *J Geophys Res*, 111, 1-22.
- [11] Klein Tank AMG., & Konnen, G. P. (2003). Slopes in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946–99. *J Clim.*, 16, 3665-3680.
- [12] Khoir, A. N., Mamlu'atur, R., Safril, A., & Fadholi, A. (2018). *Analysis of changes in daily temperature and precipitation extreme in Jakarta on period of 1986-2014*. In MATEC Web of Conferences Vol. 229, p. 02017. EDP Sciences.
- [13] Guçlu, Y. S. (2020). Improved visualization for trend analysis by comparing with classical Mann-Kendall test and ITA. *Journal of Hydrology*, 584, 124674.
- [14] Sankalp, S., Sahoo, B. B., & Sahoo, S. N. (2022). Deep learning models comparable assessment and uncertainty analysis for diurnal temperature range (DTR) predictions over Indian urban cities. *Results in Engineering*, 13, 100326.
- [15] Sun, X., Ren, G., You, Q., Ren, Y., Xu, W., Xue, X., ... Zhang, P. (2019). Global Diurnal Temperature Range (DTR) Changes Since 1901. *Climate Dynamics*, 52, 3343-3356.