

## Dinamika Trend Curah Hujan Ekstrem di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung sebagai indikasi dampak Pemanasan Global

**Amanda Kurnia Utami, Hamdi Akhsan\*, Nely Andriani**

*Jurusan Pendidikan Fisika, Universitas Sriwijaya, Indralaya Ogan Ilir, 30662, Sumatera Selatan Indonesia*

\*email: hamdiakhsan@fkip.ac.id

### ABSTRAK

*Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dinamika trend curah hujan ekstrem di provinsi Kepulauan Bangka Belitung sebagai indikasi dari dampak pemanasan global. data yang digunakan bersumber dari Stasiun Meteorologi Depati Amir dari periode 1981 sampai tahun 2022, yang diperoleh secara resmi dari situs web BMKG online. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian data sekunder dengan pendekatan kuantitatif. Analisis data digunakan menggunakan aplikasi RClimDex dengan aturan Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) terkait indikator curah hujan. Analisis tren dilakukan dengan uji statistik non parametrik Man-Kendall dan Sens test. Hasil analisis menunjukkan bahwa indeks-indeks curah hujan ekstrem mengalami tren yang bervariasi secara signifikan selama 40 tahun terakhir, yang menunjukkan adanya dampak perubahan iklim sebagai dampak dari pemanasan global.*

**Kata Kunci:** *Climate change; ETCCDI; Kep. Bangka Belitung; Extreme rainfall; Dynamics*

### ABSTRACT

**[Titel: Dynamics of Extreme Rainfall Trends in the Bangka Belitung Islands Province as an indication of the impact of Global Warming]** *This study was conducted to determine the dynamics of ekstrem rainfall trend in Bangka Belitung Islands province as an indication of the impact of global warming. the data used sourced from the Depati Meteorological Station Amir from the period 1981 until 2022, which was officially obtained from the online BMKG website. This research was conducted at the Education laboratory of FKIP, University of Sriwijaya. The research method used is secondary data research with a quantitative approach. Data analysis was used using the RClimDex application with the Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) regulations regarding rainfall indicators. The trend analysis was conducted with non-premetry statistical test of the Man-Kendall and Sens tests. The results of the analysis showed that the extreme rainfall index experienced a significant trend over the past 40 years, which has indicated the impact of climate change as an impact of global warming.*

**Keywords:** *Climate change; ETCCDI; Kep. Bangka Belitung; Extreme Rainfall; Dynamics*

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan sebuah negara yang secara geografis berada di antara 2 samudera yaitu Samudera Pasifik dan Samudera Hindia serta 2 benua yaitu Benua Asia dan Benua Australia. Indonesia terdiri dari 17.504 pulau dengan 16.056 yang sudah dibakukan oleh PBB. Kepulauan Bangka Belitung termasuk provinsi kepulauan di Indonesia dengan dua pulau utama yaitu Bangka dan Belitung. Permasalahan ini juga tidak bisa dihindari oleh semua negara terutama Indonesia dan Kepulauan Bangka Belitung menjadi salah satu daerah yang terdampak perubahan iklim. Untuk mengetahui apakah

memang provinsi Kepulauan Bangka Belitung mengalami dampak perubahan iklim, maka dilakukan analisis data curah hujan harian selama kurun waktu 40 tahun sehingga dapat diketahui, apakah ada perubahan indeks curah hujan ekstrem yang signifikan.

Perubahan iklim adalah sebuah fenomena yang terjadi secara global tetapi dampaknya dapat langsung dirasakan secara lokal (Malino et al., 2021). Iklim dan cuaca memiliki unsur-unsur atmosfer pembentuknya yaitu suhu, kelembaban, kecepatan dan arah angin, curah hujan, dan lainnya (Miftahuddin, 2016). Faktor-faktor seperti efek gas

rumah kaca, pemanasan global, kerusakan lapisan ozon, kerusakan fungsi hutan, penggunaan *chlorofluorocarbon* yang tidak terkontrol, dan gas buang industri juga mempengaruhi perubahan iklim. Sudrajat dan Subekti (2019) menyatakan bahwa pemanasan global (*global warming*) dapat juga dikatakan sebagai sebuah fenomena dimana bumi mengalami kenaikan temperatur yang berdampak pada perubahan iklim yang ditandai dengan terjadinya perubahan curah hujan serta suhu. Dampak dari perubahan iklim ini dapat dirasakan perlahan seiring dengan berjalannya waktu atau jangka panjang. Perubahan-perubahan yang terjadi dapat dirasakan dalam kurun waktu 50-100 tahun yang akan datang (Lubis, 2018).

Cuaca dan iklim di wilayah Benua Maritim Indonesia dipengaruhi oleh beberapa faktor dan salah satunya adalah Monsun. Monsun dapat diartikan sebagai angin yang bertiup musiman selama setahun dan memiliki perubahan arah serta termasuk sistem sirkulasi regional (Pandia et al., 2019). Indonesia dilalui oleh dua sistem monsun yaitu Asia dan Australia karena letak geografisnya dan juga dipengaruhi oleh letak Indonesia yang berada di garis equator yang memiliki banyak pegunungan sehingga menyebabkan pengaruh monsun di Indonesia lebih kompleks (Giarno et al., 2012). Monsun berpengaruh terhadap pola musim hujan dan kemarau yang ada di wilayah Indonesia. Oleh sebab itu, monsun dapat mempengaruhi fase basah dan fase kering dalam suatu wilayah.

Interaksi laut atmosfer yang memiliki pusat di equator Samudera Pasifik disebut dengan ENSO (Simanjuntak et al., 2021). Komponen dari ENSO adalah El-nino dan La-nina (Trenberth, 1997). Penelitian yang dilakukan oleh Ariska et al (2022) juga menyatakan bahwa ENSO ialah fenomena cuaca yang dapat mempengaruhi iklim secara global dan terjadi di Samudera Pasifik. yaitu fase panas yaitu El-Nino serta fase dingin yaitu La Nina. ENSO El-Nino-Southern Oscillation (ENSO) tentu saja sangat berpengaruh kepada keadaan iklim yang ada di Indonesia. Samudera Hindia merupakan salah satu perairan yang memiliki fenomena-fenomena serta bagian perairan timur yang berinteraksi secara langsung dengan perairan Barat Sumatera.

Fenomena antar-tahunan yang terjadi di wilayah perairan ini adalah *Indian Ocean Dipole Mode* (IOD Mode). IOD dapat didefinisikan sebagai salah satu anomali iklim yang timbul dari interaksi antara atmosfer dengan laut di wilayah Samudera Hindia yang aktifitasnya dapat diidentifikasi dengan sebuah index yang dikenal sebagai *Dipole Mode Index* (DMI)(Rahayu et al., 2018).

Iklim dan cuaca memiliki unsur-unsur yang diantaranya sinar matahari, suhu, angin, awan, kelembaban udara, curah hujan dan listrik di udara (Sarjani, 2018). Indeks iklim ETCCDI (*Expert Team on Climate Change Detection and Indices*) adalah terdiri dari 27 indeks yang dibagi dalam dua katagori yaitu indeks curah hujan ekstrem dan temperatur ekstrem. Setiap negara memiliki karakteristik masing-masing yang membedakan satu negara dengan negara lain. Indonesia hanya memiliki beberapa indeks iklim ETCCDI karena ada beberapa indeks yang tidak relevan untuk digunakan di wilayah Indonesia seperti *growing season length* (GSL), hari-hari beku (FDO), *summer days* (SU25), *cold spell duration indicator* (CSDI).

*Climate Research Branch of Meteorological Service of Canada* mengembangkan sebuah aplikasi berbahasa R yang dikenal dengan nama RCLimDex yang dapat mendeteksi dan memantau keadaan iklim terutama iklim yang ekstrem dalam perubahan iklim (Zhang et al., 2004). Indeks iklim pada RCLimDex dibagi menjadi dua bagian yaitu 16 indeks suhu dan 11 lainnya adalah indeks presipitasi sehingga total indeksnya ada 27 indeks iklim. Data yang sudah tertera di dalam indeks akan diolah secara komputasi berdasarkan 27 indeks yang sudah dikembangkan oleh ETCCDI sehingga nantinya akan diperoleh data-data seperti suhu, presipitasi dalam skala tahunan, bulanan, dan harian.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya di beberapa pulau yaitu Sumatera Selatan, Kalimantan, serta Jawa maka penelitian ini akan meneliti perubahan iklim yang ada di Kepulauan Bangka Belitung yang belum pernah dilakukan sebelumnya sehingga penelitian ini adalah penelitian terbaru yang bertujuan untuk mengetahui dinamika perubahan iklim yang ada di Kepulauan Bangka Belitung dengan menggunakan uji Men-kendall. Data yang digunakan adalah data bulanan curah hujan, temperature maximum, temperature minimum dan temperature rata-rata dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika

(BMKG) pada Stasiun Meteorologi Depati Amir dalam periode beberapa tahun.

**METODE**

Langkah pertama yang dilakukan ialah mengumpulkan data-data yaitu data curah hujan (*RR*), data suhu maksimum (*T<sub>x</sub>*), dan suhu minimum (*T<sub>n</sub>*) yang dimulai dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2022 yang diambil dari stasiun pengamatan BMKG tepatnya di Stasiun Meteorologi Depati Amir pada situs <https://dataonline.bmkg.go.id> dan <http://www.meteomanz.com/>. Setelah itu, data yang sudah diunduh dari laman resmi data online BMKG dikompilasi berdasarkan bulan, kemudian kompilasi berdasarkan tahun lalu digabung menjadi satu secara keseluruhan selama periode 42 tahun. Selanjutnya melakukan uji kualitas data (*QC*) menggunakan komponen filter yang ada di Microsoft excel serta dilakukan pengolahan data secara manual dan akan dilanjutkan dengan analisis menggunakan RCLimDex. Tahap terakhir adalah uji Man Kendall non parametrik dengan hasil berupa tren dari perubahan indeks-indeks curah hujan dan temperatur ekstrem dari tahun ke tahun.

**Lokasi dan Subjek Penelitian**

Penelitian dilakukan di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung untuk menganalisis dinamika perubahan iklim dengan memanfaatkan alat ukur curah hujan, temperatur minimum, temperatur maksimum, dan temperatur rata-rata pada sistem BMKG di stasiun meteorologi Depati Amir. Alat tersebut dapat merekam data curah hujan, temperatur minimum, temperatur maksimum, temperatur rata-rata dan kelembapan udara di Kepulauan Bangka Belitung dengan rincian peta sebagai berikut :



**Gambar 1.** Lokasi Stasiun Pengamatan BMKG Kepulauan Bangka Belitung

**Pengunduhan dan Kompilasi Data**

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan, temperatur minimum, temperatur

maksimum, dan temperatur rata-rata yang terekam dari stasiun-stasiun BMKG yang ada di Kepulauan Bangka Belitung yaitu Stasiun Meteorologi Depati Amir selama kurun waktu 1981-2022. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif analitis, yaitu sebuah kegiatan yang mendeskripsikan sebuah kegiatan dengan merujuk pada sumber dan data yang didapatkan saat berada di lapangan (Sugiyono, 2009). Data yang digunakan dapat diunduh melalui situs resmi <https://dataonline.bmkg.go.id/> berupa data harian. Untuk data-data yang hilang bahkan kosong dapat kita lengkapi dengan data yang berasal dari situs <http://www.meteomanz.com/>. Data yang sudah lengkap kemudian ~~kita~~ dikompilasi dari tahun 1981-2022 dengan susunan data yang sesuai dengan format data pada RCLimDex.

**Analisa Data**

**Quality Control (QC) dan Tes Homogenitas (homogeneity)**

Analisis *quality control* (QC) yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode manual dengan mengoperasikan fitur filter yang terdapat di Microsoft excel secara satu persatu untuk melihat beberapa penyimpangan data seperti data-data berbentuk huruf, data-data yang ekstra normal, temperatur maksimum di atas 36 °C, Temperatur minimum di bawah 18 °C dan data *T<sub>x</sub>-T<sub>n</sub>* yang relatif sama. Data dikatakan lengkap jika dalam satu tahun hanya terdapat maksimal 10% data harian yang hilang (Mulyanti et al., 2020).

**Indeks Perhitungan RCLimDex**

Pada penelitian ini hanya memperhatikan beberapa unsur saja diantaranya curah hujan dan temperatur dengan memperhatikan indeks iklim ETCCDI karena ada beberapa indeks yang tidak relevan untuk digunakan di wilayah Indonesia seperti *growing season length* (GSL), hari-hari beku (FDO), *summer days* (SU25), *cold spell duration indicator* (CSDI). Berdasarkan beberapa indeks yang tidak ada di Indonesia maka hanya ada beberapa indeks yang dipilih seperti pada Tabel 1:

**Tabel 1.** Indeks Curah Hujan yang digunakan dalam penelitian

No.	Indeks	Nama Indikator	Definisi Indikator	Satuan
1.	CDD	<i>Consecutive dry days</i>	Jumlah maksimum hari-hari tanpa hujan yang terjadi dalam satu tahun	<i>Days</i>
2.	CWD	<i>Consecutive wet days</i>	Jumlah maksimum hari-hari yang hujan berturut-turut	<i>days</i>
3.	PRCPTOT	<i>Annual total wet day precipitation</i>	Jumlah curah hujan yang terjadi dalam satu tahun	<i>mm</i>
4.	R <sub>10mm</sub>	<i>Number of heavy precipitation days</i>	Jumlah hari tahunan ketika PRCP ≥ 10	<i>days</i>
5.	R <sub>20mm</sub>	<i>Number of very heavy precipitation days</i>	Jumlah hari tahunan ketika PRCP ≥ 20	<i>days</i>
6.	R <sub>95p</sub>	<i>Very wet day</i>	Total curah hujan tahunan ketika RR > 95 <sup>th</sup> percentile	<i>mm</i>
7.	R <sub>99p</sub>	<i>Extremely wet day</i>	Total curah hujan tahunan ketika RR > 99 <sup>th</sup> percentile	<i>mm</i>

**Analisis Trend dan Besarnya Perubahan**

Uji Mann-Kendall (MK) termasuk dalam statistik non-parametrik sehingga tidak diperlukan data dengan distribusi normal. Uji MK digunakan untuk menghitung dan menentukan tren dari berbagai indikator pada stasiun cuaca. Statistik MK memberikan kesimpulan akhir berupa arah perubahan (positif atau negatif) dan derajat signifikansi. Hipotesis dasar digunakan adalah tidak ada perubahan (H<sub>0</sub> diterima) atau hipotesis alternatif yaitu H<sub>0</sub> ditolak, yang berarti terdapat perubahan signifikan dari data (Marzuki Sinambela, 2013).

Uji MK telah banyak digunakan untuk analisis perubahan unsur klimatologis seperti hujan dan temperatur. Uji Mann-Kendall merupakan uji untuk menentukan signifikansi dengan ada tidaknya perubahan data, baik positif maupun negatif. Tren signifikan (yaitu penolakan hipotesis nol) pada tingkat signifikansi 5% jika nilai Z lebih besar dari ±1,96. Nilai Z positif menunjukkan adanya tren peningkatan, sedangkan Z negatif menunjukkan adanya tren penurunan (Tan et al., 2021). Perhitungan nilai statistik Uji Mann-Kendall dilakukan menggunakan persamaan (1).

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(x_j - x_i) \quad (1)$$

Dengan  $x_i$  dan  $x_j$  merupakan data berurutan dengan panjang data n. Nilai sign diperoleh dengan persamaan (2).

$$\text{sign}(x_j - x_i) = \begin{cases} 1, & (x_j - x_i) > 0 \\ 0, & (x_j - x_i) = 0 \\ -1, & (x_j - x_i) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Selanjutnya melakukan perhitungan nilai statistik Z menggunakan persamaan (3). Nilai Z positif mengindikasikan kecenderungan meningkat, sedangkan nilai Z negatif mengindikasikan kecenderungan menurun

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{var}(S)}}, & \text{if } S > 0 \\ 0, & \text{if } s = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{var}(S)}}, & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (3)$$

dengan var(S) adalah varians yang diperoleh dengan persamaan (4). Sedangkan N adalah banyaknya tahun data hujan.

$$\text{Var}(S) = \frac{N(N+1)(2N+5)}{18} \quad (4)$$

Tahap pengujian ini dilakukan dengan melihat kriteria pengujian hipotesis menggunakan nilai Z serta  $\alpha$ . (Ariyani et al., 2022). Besar kecilnya nilai perubahan dihitung menggunakan koefisien Sen's slope. Uji Sen's slope hampir sama dengan teknik regresi linear maupun kudrat terkecil. Nilai yang dihasilkan oleh grafik Sen's adalah besarnya perubahan yang terjadi selama kurun waktu pengamatan.

$$\beta = \text{med} \frac{(x_j - x_i)}{j - k}, j > k \quad (5)$$

Pada penelitian ini Uji Man-Kendall menggunakan sebuah software yang di dalamnya sudah terdapat format perhitungan otomatis yaitu software Microsoft excel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kompilasi Data

Data dari tahun 1981-2022 merupakan data kompilasi dari data tahunan yang merupakan hasil dari kompilasi data bulanan di stasiun Depati Amir. Selama kurun waktu 42 tahun tersebut terdapat beberapa data kosong seperti pada tahun 1993 pada bulan Agustus, tahun 1995 di bulan 12, tahun 1998 pada bulan 4, 6, serta bulan 7, dan pada bulan 4 tahun 2015. Data yang kosong dapat dilengkapi dengan menggunakan data yang berasal dari situs <http://www.meteomanz.com/> dan apabila di situs meteomanz tidak mendapatkan data yang diinginkan maka dilakukan justifikasi dengan melihat data pada hari sebelumnya dan sesudah apabila hanya terdapat kekosongan beberapa hari saja (Supari et al., 2017). Namun, jika masih terdapat data kosong yang relatif panjang maka dapat mempertimbangkan bulan-bulan dengan pola musim yang sama atau memiliki karakteristik yang sama dengan wilayah yang sedang di teliti seperti daerah Batam dan Tanjung Pandan.

### Analisis Quality Control (QC)

Analisis *quality control* (QC) yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode manual dengan mengoperasikan fitur filter yang terdapat di Microsoft excel secara satu persatu untuk melihat beberapa penyimpangan data seperti data-data berbentuk huruf, data-data yang ekstra normal, temperatur maksimum diatas 36 °C, temperatur minimum dibawah 18 °C dan data  $T_x - T_n$  yang relatif sama (Romadoni & Akhsan, 2022). Hasil analisis data pada SM Depati Amir menunjukan bahwa ada beberapa data yang masih dikategorikan sebagai data tidak normal dimana terdapat beberapa data yang  $T_x$  dan  $T_n$  nya relatif sama atau bahkan bernilai minus (-) di beberapa bulan dalam periode 1981-2022. Masih terdapat beberapa data yang eror dan harus diperbaiki agar bisa ~~kita~~ dioperasikan kedalam aplikasi RCLimDex.

Data yang sudah dianalisis secara manual dengan fitur *filter* di dalam Microsoft excel disusun berdasarkan urutan yang sama dengan format data yang ada di aplikasi RCLimDex. Setelah data dikompilasi dan sudah sesuai aturan aplikasi RCLimDex barulah nantinya data yang sudah lengkap disimpan dalam format txt supaya bisa dioperasikan dalam aplikasi RCLimDex yang outputnya berupa *indices*, *log*, *output*, *plots*, dan *trend*. Hasil dari RCLimDex inilah yang dimasukkan dalam uji MK.

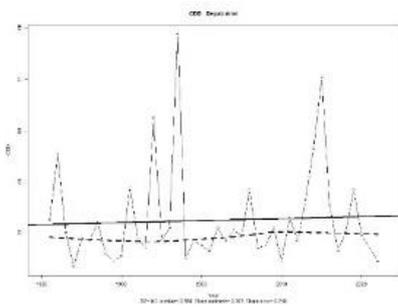
### Indeks, Analisis Indeks, dan Analisis Tren Perubahan Curah Hujan

Indeks iklim yang ada di ETCCDI berjumlah 27 indeks (YIN & SUN, 2018). Indeks ETCCDI yang digunakan dalam penelitian ini hanya beberapa indeks karena melihat relevansi dengan iklim yang ada di Indonesia yang tidak memiliki indeks hari-hari beku dan hari-hari es. Penelitian ini menggunakan beberapa indeks yaitu 9 indeks curah hujan dan 7 indeks temperature. Untuk curah hujan indeks-indeks yang dipakai meliputi CDD, CWD, PRCPTOT, R10mm, R20mm, R95p, R99p, RX1day, dan RX5day.

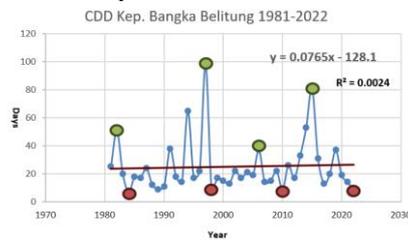
Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan pada stasiun meteorologi Depati Amir dari tahun 1981 sampai 2022 menunjukkan bahwa tren CDD sebesar  $y = 0.0765x - 128.1y$  menunjukkan bahwa hari-hari tanpa hujan meningkat setiap dekade sebesar 0.07 hari artinya dalam 100 tahun lagi jumlah hari-hari tanpa hujan akan meningkat 7 hari lebih panjang dari sekarang. Dengan adanya peningkatan CDD maka terjadi ~~lah~~ penurunan pada CWD dengan persamaan  $y = -0.0251x + 60.086$  yang berarti bahwa terjadi pengurangan hari selama 0.02 hari per dekadanya sehingga dalam 100 tahun yang akan datang hari-hari basah terjadi 2 hari lebih pendek daripada sekarang. PRCPTOT (Curah hujan total) akan mengalami penurunan dengan persamaan  $y = -5.1008x + 12627$  yang berarti bahwa terjadi penurunan sebesar 5.10 mm/dekade sehingga dalam 100 tahun yang akan datang curah hujan berkurang sebanyak 510 mm dari sekarang hal ini juga sangat dipengaruhi oleh intensitas hujan ringan (R10mm) yang berkurang sebanyak 7 hari, hujan sedang yang waktunya lebih pendek yaitu 4.6 hari, serta hujan

lebat (R95p dan R99p) yang berkurang sebanyak 445 mm dan 142 mm dalam 100 tahun yang akan datang daripada sekarang. CDD yang meningkat juga disebabkan oleh RX1day dan RX5day yang mengalami penurunan sebanyak 18 mm dan 81 mm dalam 100 tahun yang akan datang sehingga intensitas hari-hari basah juga berkurang dari sekarang. Berikut adalah hasil analisis dari masing-masing indikator:

1. CDD



Gambar 2. Grafik CDD Depati Amir pada RCLimDex

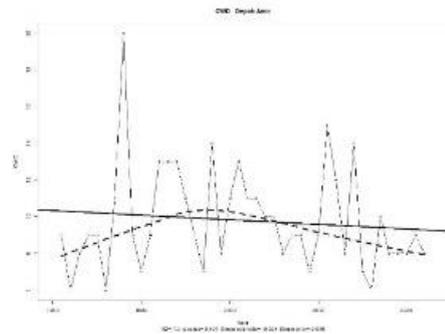


Gambar 3. Hasil Analisis Tren CDD Kep. Bangka Belitung 1981-2022

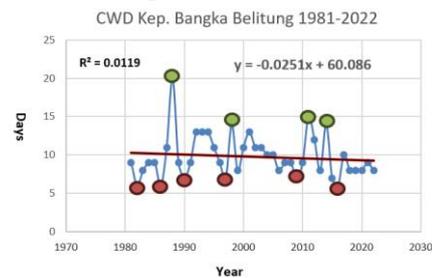
CDD adalah indeks yang menyatakan jumlah maksimum hari-hari tanpa hujan yang terjadi dalam satu tahun, biasanya hal ini juga bisa disebut sebagai musim kemarau. Hasil analisis di stasiun Depati Amir menunjukkan terjadi hari-hari kering terlama dengan jumlah hari >30 hari selama empat dekade yang dimulai dari tahun 1981-2022 yaitu dekade pertama terjadi pada tahun 1982 selama 51 hari, pada dekade kedua terjadi pada tahun 1997 selama 98 hari, pada dekade ketiga hari tanpa hujan terlama terjadi ditahun 2006 selama 37 hari, dan pada dekade terakhir jumlah terbanyak pada tahun 2015 selama 91 hari tanpa hujan berturut-turut. Sedangkan hari-hari terpendeknya terjadi pada tahun 1984 selama 7 hari, tahun 1998 10 hari, tahun 2010 serta 2022 selama 9 hari. Berdasarkan

analisis tren CDD dengan persamaan  $y = 0.0765x - 128.1$  yang memiliki arti bahwa jumlah hari-hari kering atau deret hari tanpa hujan akan mengalami kenaikan dalam 100 tahun yang akan datang jumlah hari akan bertambah 7.6 hari lebih panjang dibanding dengan sekarang.

2. CWD



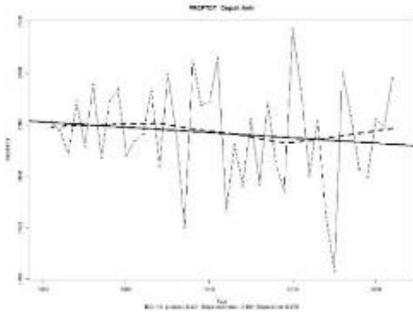
Gambar 4. Grafik CWD Depati Amir pada RCLimDex



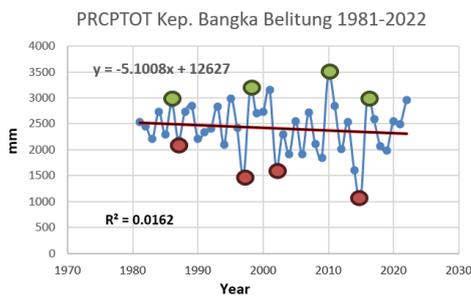
Gambar 5. Hasil Analisis Tren CWD Kep. Bangka Belitung 1981-2022

CWD adalah indeks yang menyatakan jumlah maksimum hari-hari yang hujan berturut turut terjadi dalam satu tahun. Hasil analisis pada stasiun depati amir yang dilakukan selama periode 4 dekade dimulai dari tahun 1981 sampai 2022 menunjukkan bahwa hari-hari basah terlama dengan jumlah hari > 13 hari terjadi pada tahun 1988 selama 20 hari, pada tahun 1998 terjadi selama 14 hari, pada tahun 2011 terjadi selama 15 hari, dan pada dekade terakhir terjadi pada tahun 2014 selama 14 hari. Sedangkan hari-hari basah terpendek dengan jumlah hari  $\leq 7$  hari terjadi pada tahun 1982, 1986, dan 2016 selama 6 hari serta tahun 1990, 1997, dan 2009 selama 7 hari. Berdasarkan hasil analisis tren menunjukkan penurunan jumlah hari-hari basah dengan persamaan  $y = -0.0251x + 60.086$  yang berarti dalam 100 tahun yang akan datang jumlah hari-hari basah 2.5 hari lebih pendek dibanding dengan sekarang.

3. PRCPTOT



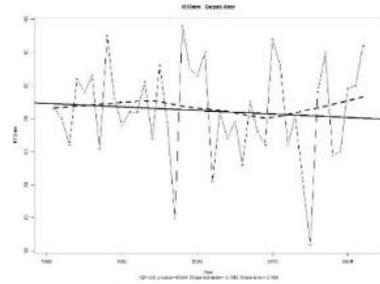
Gambar 6. Grafik PRCPTOT Depati Amir pada RCLimDex



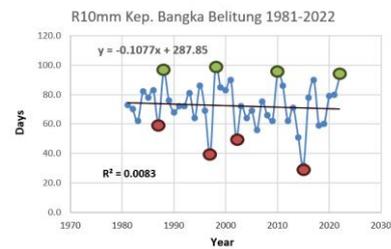
Gambar 7. Hasil Analisis Tren PRCPTOT Kep. Bangka Belitung 1981-2022

PRCPTOT adalah indeks yang menunjukkan jumlah curah hujan yang terjadi selama satu tahun. Hasil pengukuran di Stasiun Meteorologi Depati Amir dari tahun 1981-2022 menunjukkan bahwa indeks curah hujan total tahunan pada tahun-tahun basah dan tahun-tahun kering. Tahun-tahun basah dengan curah hujan >2800 mm/tahun terjadi dalam dekade pertama terjadi pada tahun 1986, pada dekade kedua pada tahun 1998, dalam dekade ketiga terjadi pada tahun 2010, dan pada dekade terakhir terjadi pada tahun 2016. Sedangkan, hasil untuk tahun-tahun kering dengan RR < 2400 mm/tahun yaitu terjadi pada tahun 1987 pada dekade pertama, pada dekade kedua terjadi pada tahun 1997, pada dekade ketiga terjadi di tahun 2002, dan pada tahun 2015 selama dekade terakhir. Berdasarkan hasil analisis tren yang dilakukan menunjukkan penurunan jumlah curah hujan total dalam satu tahun yang memiliki arti bahwa dalam 100 tahun yang akan datang curah hujan akan berkurang sebanyak 510.08 mm dari sekarang.

4. R<sub>10MM</sub>



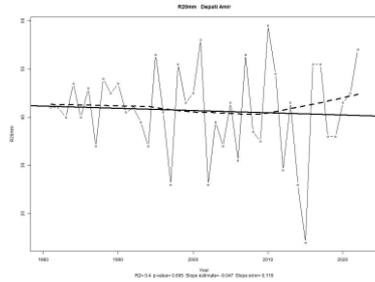
Gambar 9. Grafik R10mm Depati Amir pada RCLimDex



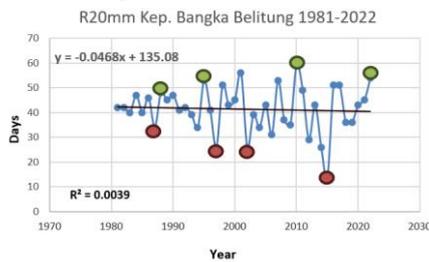
Gambar 10. Hasil Analisis Tren R10mm Kep. Bangka Belitung 1981-2022

R<sub>10mm</sub> adalah jumlah hari tahunan ketika PRCP (curah hujan) ≥ 10mm, dapat dikatakan hari hari dengan hujan yang ringan. Hasil analisis data pada stasiun depati amir selama 42 tahun yang dimulai dari tahun 1981 sampai 2022 dengan jumlah hari > 90 hari terjadi pada dekade pertama dengan jumlah hari terlama terjadi pada tahun 1988, pada dekade kedua terjadi di tahun 1998, dalam dekade ketiga terletak pada tahun 2010, dan pada dekade terakhir terjadi di tahun 2022. Sedangkan, untuk jumlah hari < 60 hari terjadi pada dekade pertama terjadi di tahun 1987, selama dekade kedua terjadi di tahun 1997, dalam dekade ketiga terjadi di tahun 2002, dan pada dekade terakhir terjadi di tahun 2015. Berdasarkan hasil analisis tren menunjukkan bahwa hari-hari basah dengan intensitas ringan pada 100 tahun yang akan datang 10.7 hari lebih pendek daripada sekarang.

5.  $R_{20MM}$



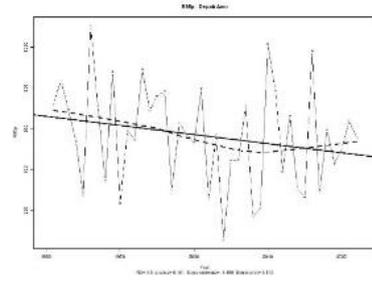
Gambar 11. Grafik R20mm Depati Amir pada RCLimDex



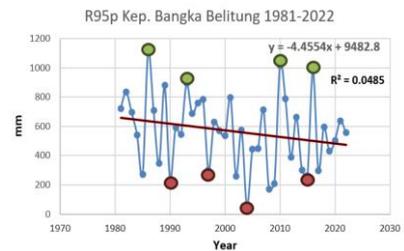
Gambar 12. Hasil Analisis Tren R20mm Kep. Bangka Belitung 1981-2022

$R_{20mm}$  adalah jumlah hari tahunan ketika PRCP (curah hujan)  $\geq 20mm$ , dapat dikatakan hari hari dengan hujan dalam kategori sedang. Hasil analisis data pada stasiun Depati Amir selama 42 tahun yang dimulai dari tahun 1981 sampai 2022 dengan jumlah hari  $> 45$  hari terjadi pada dekade pertama dengan jumlah hari terlama terjadi pada tahun 1988, pada dekade kedua terjadi di tahun 1995, dalam dekade ketiga terletak pada tahun 2010, dan pada dekade terakhir terjadi di tahun 2022. Sedangkan, untuk jumlah hari  $< 35$  hari terjadi pada dekade pertama terjadi di tahun 1987, selama dekade kedua terjadi di tahun 1997, dalam dekade ketiga terjadi di tahun 2002, dan pada dekade terakhir terjadi di tahun 2015. Berdasarkan hasil analisis tren yang dilakukan menunjukkan bahwa dalam 100 tahun lagi hari-hari basah dengan intensitas sedang 4.68 hari lebih pendek dari sekarang.

6.  $R_{95p}$



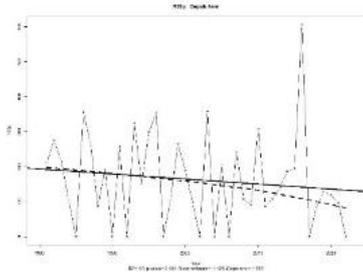
Gambar 13. Grafik R95p Depati Amir pada RCLimDex



Gambar 14. Hasil Analisis Tren R95p Kep. Bangka Belitung 1981-2022

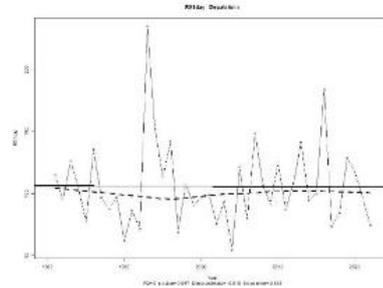
$R_{95p}$  adalah total curah hujan tahunan ketika  $RR > 95p$ . Hasil analisis dari stasiun meteorologi Depati Amir selama 42 tahun dimulai dari tahun 1981 sampai dengan tahun 2022 menunjukkan bahwa tahun-tahun basah  $> 800$  mm/tahun terjadi pada dekade pertama terjadi pada tahun 1986, selama dekade kedua tahun basah terjadi di tahun 1993, pada dekade ketiga terjadi di tahun 2010, dan terakhir pada dekade keempat terjadi pada tahun 2016. Untuk tahun-tahun kering  $< 400$  mm/tahun terjadi pada dekade pertama di tahun 1990, pada dekade kedua terjadi di tahun 1997, pada dekade ketiga terjadi di tahun 2004, dan pada tahun 2015 pada dekade terakhir. Berdasarkan hasil analisis tren yang dilakukan pada curah hujan tahunan dengan  $RR > 95p$  menunjukkan dalam 100 tahun yang akan datang curah hujan akan mengalami pengurangan sebanyak 445.54 mm dari sekarang.

7.  $R_{99p}$

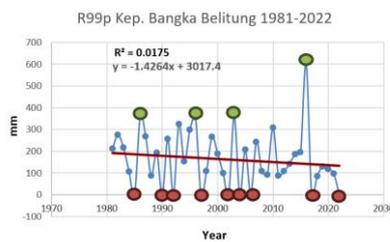


**Gambar 15.** Grafik R99p Depati Amir pada RCLimDex

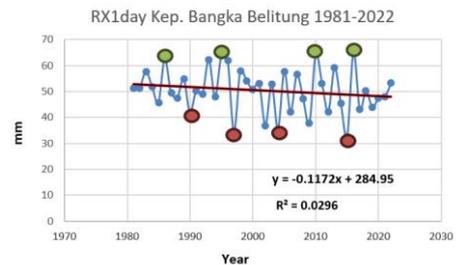
8.  $R_{X1DAY}$



**Gambar 17.** Grafik RX1day Depati Amir pada RCLimDex



**Gambar 16.** Hasil Analisis Tren R99p Kep. Bangka Belitung 1981-2022

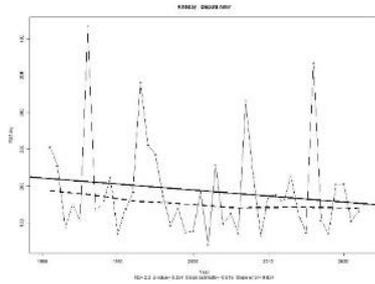


**Gambar 18.** Hasil Analisis Tren RX1 day Kep. Bangka Belitung 1981-2022

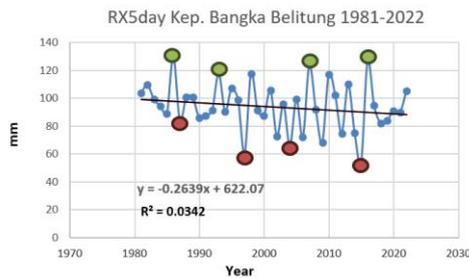
$R_{99p}$  adalah adalah total curah hujan tahunan dengan  $RR > 99p$ . Hasil analisis stasiun meteorologi Depati Amir selama 4 dekade yang dimulai dari tahun 1981 sampai dengan 2022 menunjukkan bahwa tahun-tahun basah yang memiliki  $RR > 350$  mm/tahun pada periode dekade pertama terjadi pada tahun 1986, selama dekade kedua terjadi pada tahun 1996, pada dekade ketiga terjadi pada tahun 2003, dan selama dekade terakhir terjadi pada tahun 2016. Sedangkan untuk tahun-tahun kering dengan  $RR = 0$  terjadi pada tahun 1985, 1990, 1992, 1997, 2002, 2004, 2006, 2017, dan 2022. Berdasarkan hasil analisis tren yang dilakukan pada curah hujan tahunan dengan  $RR > 99p$  menunjukkan dalam 100 tahun yang akan datang curah hujan akan mengalami pengurangan sebanyak 142.64 mm dari sekarang.

$RX1day$  adalah indeks yang menunjukkan curah hujan maksimum 1 hari bulanan selama satu tahun. Hasil analisis stasiun meteorologi Depati Amir selama 42 tahun yang dimulai dari tahun 1981 sampai dengan 2022 menunjukkan bahwa tahun-tahun basah yang memiliki  $RR > 60$  mm/tahun terjadi pada tahun 1986, 1995, 2010, dan 2016. Sedangkan tahun-tahun kering dengan  $RR < 40$  mm/tahun terjadi pada tahun 1990, 1997, 2004, 2015, dan 2022. Berdasarkan hasil analisis tren pada curah hujan maksimum satu hari bulanan mengalami penurunan sebesar  $y = -0.1172x + 284.95$  yang berarti selama 100 tahun yang akan datang curah hujan akan berkurang sebesar 1.8 mm dari sekarang.

9.  $R_{X5DAY}$



Gambar 19. Grafik RX5day Depati Amir pada RCLimDex



Gambar 20. Hasil Analisis Tren RX5day Kep. Bangka Belitung 1981-2022

$R_{X5day}$  adalah indeks yang menunjukkan jumlah curah hujan maksimum bulanan selama 5 hari berturut-turut selama satu tahun. Hasil analisis stasiun meteorologi Depati Amir selama 42 tahun yang dimulai dari tahun 1981 sampai dengan 2022 menunjukkan bahwa tahun-tahun basah dengan jumlah curah hujan > 300 mm/tahun terjadi pada tahun 1986 selama dekade pertama, dalam dekade kedua terjadi pada tahun 1993, pada dekade ketiga terjadi di tahun 2005, dan selama dekade terjadi pada tahun 2015. Tahun-tahun kering dengan  $RR < 150$  mm/tahun terjadi pada tahun 1987 selama dekade pertama, untuk dekade kedua terjadi di tahun 1997, pada dekade ketiga terjadi periode 2009, dan pada dekade terakhir terjadi pada tahun 2015. Berdasarkan data perhitungan tren yang semakin menurun dari tahun ke tahun dapat dilihat dalam 100 tahun yang akan datang curah hujan lima hari berturut-turut akan berkurang sebanyak 81.5 mm dari sekarang.

3.4 Estimasi tren Uji Man-Kendall Non-Parametrik

Uji Man Kendall atau dapat disingkat sebagai uji MK Non parametrik ini juga dikombinasikan dengan penduga kemiringan sen dalam hal menentukan signifikansi tren indeks dan kemiringan sen digunakan untuk mendeteksi besarnya tren yang

terjadi (Supari et al., 2017). Uji MK berdasarkan Suryanto & Krisbiyantoro (2018) digunakan untuk melihat tingkat signifikansi dari sebuah tren. Adapun rentang signifikansi dilambangkan melalui persen kepercayaan 99% (sangat tinggi), 97.5% (tinggi) , 95% (cukup), dan 90% (rendah) dan diberi penandaan berupa bintang 4 (\*\*\*\*), bintang 3 (\*\*\*) , bintang 2 (\*\*), dan bintang 1 (\*).

Uji MK digunakan untuk melihat tren dari masing-masing indikator yang ada pada stasiun dan dapat digunakan untuk memprediksi bagaimana keadaan iklim di beberapa tahun yang ada datang. Indeks-indeks yang ada dirata-ratakan dimana hasil rata-rata tersebut kita dapatkan dari aplikasi RCLimDex (Zhang et al., 2004). Uji Man-Kendall dilakukan terhadap semua variabel iklim yang digunakan dengan hasilnya seperti tabel berikut ini:

Tabel 4. 1 Hasil Uji Man Kendall Kep. Bangka Belitung 1981-2022

Indikator	Tahun Pertama	Tahun Terakhir	N	Test Z	Sig .	Q
CDD	1981	2022	42	0.40		0.050
CWD	1981	2022	42	-0.70		0.000
PRCP TOT	1981	2022	42	-0.67		-4.950
$R_{10mm}$	1981	2022	42	-0.47		-0.086
$R_{20mm}$	1981	2022	42	-0.12		0.000
$R_{95p}$	1981	2022	42	-1.47		-5.189
$R_{99p}$	1981	2022	42	-1.31		-1.592
$R_{X1day}$	1981	2022	42	-0.07		-0.028
$R_{X5day}$	1981	2022	42	-1.03		-0.525

Berdasarkan tren estimasi untuk indeks curah hujan dapat disimpulkan bahwa terjadi tren penurunan yang bersifat tidak signifikan karena variasi pengukuran dan sifat parameter secara spasial dan temporal yang sangat tinggi (Collischonn et al., 2008; Kummerow et al., 1998). Hasil analisis setiap indikator mengalami penurunan kecuali pada CDD sehingga tanpa adanya penanggulangan yang dilakukan secara signifikan dalam waktu 100 tahun yang akan datang wilayah Bangka Belitung akan mengalami kekeringan. Adapun hasilnya dijabarkan sebagai berikut: jumlah  $R_{X5day}$  akan mengalami penurunan sebesar 81.5 mm, deret hujan maksimum 1 hari dalam satu bulan turun 1,8 mm,

curah hujan > 99p turun sebanyak 142 mm, curah hujan > 95p turun sebanyak 455 mm, curah hujan intensitas sedang turun selama 4,68 hari, curah hujan dengan intensitas ringan turun selama 10.7 hari. Penurunan RX5day, RX1day, R99p, R95p berpengaruh terhadap jumlah curah hujan total dalam satu tahun (PRCPTOT) yang akan ikut mengalami penurunan sebanyak 510 mm/abad. CWD atau deret hari-hari basah juga akan terpengaruh karena R20mm dan R10mm juga mengalami penurunan sehingga deret hari-hari basah akan berkurang 2.5 hari/abad. Penurunan pada CWD akan berakibat pada kenaikan CDD atau deret hari tanpa hujan selama 7.6 hari lebih panjang dibanding dengan sekarang.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Data iklim pada stasiun meteorologi Depati Amir 1981-2022 adalah: (a) RX5day akan mengalami penurunan sebesar 81.5 mm (b)  $R_{X1day}$  (deret hujan maksimum 1 hari dalam satu bulan) menurun 1,8 mm (c) Curah hujan > 99p ( $R_{99p}$ ) turun sebanyak 142 mm (d)  $R_{95p}$  (curah hujan > 95p) menurun sebanyak 455 mm (e) Curah hujan intensitas sedang ( $R_{20mm}$ ) lebih pendek 4,68 hari/abad (f)  $R_{10mm}$  (curah hujan dengan intensitas ringan) juga menurun selama 10.7 hari (g) Jumlah curah hujan total dalam satu tahun (PRCPTOT) yang akan ikut mengalami penurunan sebanyak 510 mm/abad (h) CWD atau deret hari-hari basah juga akan terpengaruh karena  $R_{20mm}$  dan  $R_{10mm}$  juga mengalami penurunan sehingga deret hari-hari basah akan berkurang 2.5 hari/abad (i) Penurunan pada CWD akan berakibat pada kenaikan CDD atau deret hari tanpa hujan selama 7.6 hari lebih panjang dibanding dengan sekarang.

### Saran

Penelitian ini tentu masih banyak kekurangan, saran untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan uji korelasi hasil perhitungan dinamika perubahan iklim di wilayah Kepulauan Bangka Belitung ini dengan variabel-variabel lain menggunakan jenis *software* lainnya serta melakukan perbandingan dengan data hasil proyeksi *reanalysis* supaya didapatkan hasil yang lebih akurat. Selain itu, disarankan untuk melakukan filterisasi lebih teliti lagi agar tidak terjadi error saat memasukkan data pada *software-software* yang akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariska, M., Akhsan, H., Muslim, M., Sudirman, & Kistiono. (2022). Pengaruh El Niño Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole (IOD) Terhadap Curah Hujan dan Korelasinya dengan Consecutive Dry Days (CDD) Provinsi Sumatera Selatan dari Tahun 1981-2020. *JIFP (Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya)*, 6(2), 31–41. <http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/jifp/>
- Collischonn, B., Collischonn, W., & Tucci, C. E. M. (2008). Daily hydrological modeling in the Amazon basin using TRMM rainfall estimates. *Journal of Hydrology*, 360(1–4), 207–216. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.07.032>
- Giarno, G., Dupe, Z. L., & Mustofa, M. A. (2012). Kajian Awal Musim Hujan Dan Awal Musim Kemarau Di Indonesia. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.31172/jmg.v13i1.113>
- Kummerow, C., Barnes, W., Kozu, T., Shiue, J., & Simpson, J. (1998). The Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) sensor package. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 15(3), 809–817. [https://doi.org/10.1175/1520-0426\(1998\)015<0809:TTRMMT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0426(1998)015<0809:TTRMMT>2.0.CO;2)
- Lubis, D. P. (2018). Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Keanekaragaman Hayati Di Indonesia. *Jurnal Geografi*, 3(2), 107–117.
- Malino, C. R., Arsyad, M., & Palloan, P. (2021). Analisis Parameter Curah Hujan Dan Suhu Udara Di Kota Makassar Terkait Fenomena Perubahan Iklim. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 17(2), 139. <https://doi.org/10.35580/jspf.v17i2.22167>
- Marzuki Sinambela, U. B. dan M. Z. (2013). Analisis Dekomposisi Spektral Data Seismik Dengan Transformasi Wavelet Kontinu. *Megasains*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Miftahuddin. (2016). Analisis Unsur-unsur Cuaca dan Iklim Melalui Uji Mann-Kendall Multivariat. *Jurnal Matematika, Statistika Dan Komputasi*, 13(1), 26–38.
- Mulyanti, H., Harjono, H., & Rendra, M. I. (2020). Penurunan Intensitas Hujan Ekstrem di Bengawan Solo Hilir dan Hubungannya dengan ENSO. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1),

- 73–81.  
<https://doi.org/10.14710/jil.18.1.73-81>
- Pandia, F. S., Sasmito, B., & Sukmono, A. (2019). Analisis pengaruh angin Monsun terhadap perubahan curah hujan dengan penginderaan jauh (studi kasus: PROVINSI JAWA TENGAH). *Jurnal Geodesi Undip Januari*, 8(1), 278–287.
- Rahayu, N. D., Sasmito, B., & Bashit, N. (2018). Analisis Pengaruh Fenomena Indian Ocean Dipole (Iod) Terhadap Curah Hujan Di Pulau Jawa. *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), 57–67.
- Romadoni, M., & Akhsan, H. (2022). Karakteristik Iklim Di Kota Palembang Serta Implikasinya Terhadap Bencana Kabut Asap. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan ...)*, 6(2), 60–66.  
<https://journal.unuha.ac.id/index.php/JIPFRI/article/view/1541%0Ahttps://journal.unuha.ac.id/index.php/JIPFRI/article/download/1541/662>
- Sarjani. (2018). Cuaca dan Iklim Maritim. *Academia Edu*, 02, xi+85.  
<https://maritim.bmkg.go.id/bulletins/2018/pdf/12-Desember.pdf>
- Simanjuntak, P. P., Rosyia, D., Rosyia, D., Kendita, N., Kendita, N., Qalbi, D., Qalbi, D., Safril, A., & Safril, A. (2021). Kajian Komponen Angin Zonal dan Meridional sebagai Prekursor Penentu Awal Musim di Palembang Serta Pengaruh ENSO dan IOD Terhadap Variasinya. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 5(1), 23.  
<https://doi.org/10.30595/jrst.v5i1.6635>
- Sudrajat, A. S. E., & Subekti, S. (2019). Pengelolaan Ekosistem Gambut Sebagai Upaya Mitigasi Perubahan Iklim Di Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Planologi*, 16(2), 219.  
<https://doi.org/10.30659/jpsa.v16i2.4459>
- Sugiyono. (2009). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan r7d*. (Alfabeta (ed.)). Alfabeta.
- Supari, Tangang, F., Juneng, L., & Aldrian, E. (2017). Observed changes in extreme temperature and precipitation over Indonesia. *International Journal of Climatology*, 37(4), 1979–1997.  
<https://doi.org/10.1002/joc.4829>
- Suryanto, J., & Krisbiyantoro, J. (2018). Trend Analysis of Rainfall Data in Magelang District Using Mann-Kendall Test and Modification Mann-Kendall Variation. *Agrifor*, 17(2), 293.  
<https://doi.org/10.31293/af.v17i2.3616>
- Tan, M. L., Juneng, L., Tangang, F. T., Chung, J. X., & Radin Firdaus, R. B. (2021). Changes in temperature extremes and their relationship with ENSO in Malaysia from 1985 to 2018. *International Journal of Climatology*, 41(S1), E2564–E2580.  
<https://doi.org/10.1002/joc.6864>
- Trenberth, K. E. (1997). The Definition of El Niño. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78(12), 2771–2777.  
[https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1997\)078<2771:TDOENO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1997)078<2771:TDOENO>2.0.CO;2)
- YIN, H., & SUN, Y. (2018). Characteristics of extreme temperature and precipitation in China in 2017 based on ETCCDI indices. *Advances in Climate Change Research*, 9(4), 218–226.  
<https://doi.org/10.1016/j.accr.2019.01.001>
- Zhang, X., Yang, F., & Canada, E. (2004). *RClimDex (1.0) User Manual*. 1–23.