

# Korelasi antara Tren Curah Hujan dan ENSO di Makassar

<sup>1</sup>A. Widad Sucitra, <sup>1</sup>Mukarramah Yusuf, <sup>1</sup>M Alief Fahdal Imran O  
<sup>1</sup>Universitas Hasanuddin, Indonesia

<sup>1</sup>mukarramah@unhas.ac.id

## ABSTRAK

Fenomena iklim ENSO menyebabkan penurunan intensitas curah hujan saat El Nino terjadi dan peningkatan curah hujan saat La Nina terjadi. Studi ini mencari kaitan tren curah hujan Makassar, yang potensial sebagai penyebab banjir yang terjadi di kota Makassar yang fekuensinya semakin meningkat 3 tahun belakangan. Lebih jauh, studi ini mengkaji hubungan antara ENSO dan tren curah hujan. Hasil uji tren Mann Kendall terhadap data curah hujan 2010 sampai 2022 menunjukkan bahwa di setiap triwulan terjadi penurunan curah hujan selama 12 tahun. Sementara koefisien Pearson antara kuantitas tren yang terjadi dengan besarnya nilai indeks ONI menunjukkan bahwa tren curah hujan kota Makassar berkorelasi terbalik tapi lemah (-0.3) dengan ENSO.

**Kata Kunci:** ENSO, El Nino, Makassar, Mann-Kendall, Pearson Coefficient

## PENDAHULUAN

Salah satu fenomena alam yang menyebabkan permukaan Samudra Pasifik berubah dari lebih dingin menjadi lebih panas adalah El Nino Southern Oscillation (ENSO)(Cai et al., 2021). ENSO mempengaruhi sistem tekanan tinggi dan rendah, arah angin, dan curah hujan yang mengakibatkan pola cuaca di seluruh dunia ikut terpengaruh. ENSO terdiri atas El Nino dan La Nina, yaitu suhu permukaan laut dibagian timur Pasifik meningkat, meyebabkan dan kekeringan di musim kemarau (El Nino), dan suhu permukaan laut pasifik timur menurun, meyebabkan pertambahan intensitas curah hujan (La Nina) (Hamid et al., 2001). Indonesia yang berbatasan dengan Samudera Pasifik tentu tidak luput dari pengaruh ENSO (Qian et al., 2010). Misalnya, di provinsi Bali, curah hujan normal adalah 20 dan 30 mm, tetapi selama El Nino, intensitas hujan turun di kisaran 0 dan 20 mm. Sebaliknya, ini terjadi selama periode La Nina, curah hujan berada di rentang 50-60 mm (Ryadi et al., 2019).

Kota Makassar, ibukota Provinsi Sulawesi Selatan, merupakan kota terbesar keempat di Indonesia dan terbesar di Kawasan Timur Indonesia. Luas wilayah Kota Makassar tercatat 175,77 km<sup>2</sup> yang meliputi 15 Kecamatan dan 153 kelurahan (BPS Kota Makassar, 2021). Selama 3 tahun berturut-turut, Makassar terendam banjir, dengan banjir terparah adalah tahun 2019. Telah banyak penelitian yang dilakukan terkait banjir yang terjadi (misalnya Chaerul dan Gusty, 2021), memberikan fakta-fakta tentang banjir itu sendiri, misalnya bahwa banjir terjadi bila hujan dengan kuantitas yang melebihi nilai normal terjadi, seperti misalnya curah hujan ekstrim tanggal 21 Januari 2019 (Asmita dan Widayana, 2021) yang disebabkan pembentukan awan cumulonimbus. Penyebab lain terjadinya banjir adalah perubahan peggunaan lahan sebagai penyebab memiliki kawasan dataran rendah, luapan air sungai karena air melebihi kapasitas sungai, drainase yang buruk, topografi yang rendah, pengaruh rob, robohnya tanggul, banyaknya renase dan sedimen yang ada di got (Rismawati et al., 2015). Manggala, Biringkanaya, and Tamalanrea sub-districts adalah 3 kecamatan yang selalu terdampak banjir (Siki et al., 2023).

Meskipun telah banyak penelitian terkait penyebab banjir Makassar, belum diketahui

bagaimana tren curah hujan Makassar secara kuantitatif, apakah sedang terjadi kenaikan atau tidak. Juga termasuk apakah terjadi perubahan ekstrem pada curah hujan. Serta lebih jauh lagi belum diketahui hubungan antara tren curah hujan tersebut dengan fenomena ENSO. Bila ternyata curah hujan Makassar meningkat dan berkorelasi dengan ENSO, ENSO yang diperhitungkan akan semakin sering terjadi dapat menjadi alat prediksi bahwa curah hujan lebih dari normal akan terus terjadi, dan frekuensi banjir akan bertambah. Pada studi ini, tren curah hujan kota Makassar akan dikalkulasi menggunakan tes Mann Kendall, dan hubungan antara tren yang ada dengan kejadian ENSO akan dicari menggunakan korelasi nilai tren dan index penunjuk kuantitas ENSO yaitu ONI (Ocean Nino Index).

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1980	0.6	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0
1981	-0.3	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1
1982	0.0	0.1	0.2	0.5	0.7	0.7	0.8	1.1	1.6	2.0	2.2	2.2
1983	2.2	1.9	1.5	1.3	1.1	0.7	0.3	-0.1	-0.5	-0.8	-1.0	-0.9
1984	-0.6	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.6	-0.9	-1.1
1985	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4
1986	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.2	0.4	0.7	0.9	1.1	1.2
1987	1.2	1.2	1.1	0.9	1.0	1.2	1.5	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1
1988	0.8	0.5	0.1	-0.3	-0.9	-1.3	-1.3	-1.1	-1.2	-1.5	-1.8	-1.8
1989	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1990	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4
1991	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.8	1.2	1.5
1992	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.7	0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1
1993	0.1	0.3	0.5	0.7	0.7	0.6	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1
1994	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	1.0	1.1
1995	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0	-0.2	-0.5	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0
1996	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5
1997	-0.5	-0.4	-0.1	0.3	0.8	1.2	1.6	1.9	2.1	2.3	2.4	2.4
1998	2.2	1.9	1.4	1.0	0.5	-0.1	-0.8	-1.1	-1.3	-1.4	-1.5	-1.6
1999	-1.5	-1.3	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.1	-1.1	-1.2	-1.3	-1.5	-1.7
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2000	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7
2001	-0.7	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3
2002	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.4	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.1
2003	0.9	0.6	0.4	0.0	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
2004	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
2005	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.6	-0.8
2006	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.1	0.0	0.1	0.3	0.5	0.8	0.9	0.9
2007	0.7	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1.1	-1.3	-1.5	-1.6
2008	-1.6	-1.5	-1.3	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2	-0.4	-0.6	-0.7
2009	-0.8	-0.8	-0.6	-0.3	0.0	0.3	0.5	0.6	0.7	1.0	1.4	1.6
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2010	1.5	1.2	0.8	0.4	-0.2	-0.7	-1.0	-1.3	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
2011	-1.4	-1.2	-0.9	-0.7	-0.6	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1.0	-1.1	-1.0
2012	-0.9	-0.7	-0.6	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.2
2013	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.4	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7
2015	0.5	0.5	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.9	2.2	2.4	2.6	2.6
2016	2.5	2.1	1.6	0.9	0.4	-0.1	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6
2017	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.8	-1.0
2018	-0.9	-0.9	-0.7	-0.5	-0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.8	0.9	0.8
2019	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2020	0.5	0.5	0.4	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.6	-0.9	-1.2	-1.3	-1.2
2021	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.7	-0.8	-1.0	-1.0
2022	-1.0	-0.9	-1.0	-1.1	-1.0	-0.9	-0.8	-0.9	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8
2023	-0.7	-0.4	-0.1	0.2	0.5	0.8	1.1	1.3	1.5			

Gambar 1 Ocean Nino Index (Sumber: NOAA)

## TINJAUAN PUSTAKA

### ONI (Ocean Nino Index)

Terdapat empat parameter yang digunakan untuk mengevaluasi anomali suhu permukaan laut di kawasan tropis Samudera Pasifik, yang diberi label sebagai Niño 1,2,3, dan 4. Salah satu indeks yang dibangun berdasarkan parameter tersebut adalah Oceanic Niño Indeks (ONI). Lebih spesifik, anomali suhu permukaan laut Niño 3.4 yaitu daerah di 5° Lintang Utara sampai 5°

Lintang Selatan, dan 170° sampai 120°W Bujur Barat. Niño 3.4 dapat dianggap mewakili rata-rata suhu di sepanjang khatulistiwa Pasifik. Indeks Niño 3.4 biasanya mengambil rata-rata suhu dalam periode lima bulan, dan peristiwa El Nino atau La Nina dinyatakan terjadi ketika anomali suhu Niño 3.4 melebihi +/- 0.4 derajat Celsius selama enam bulan atau lebih (Trenberth, 2023). Nilai ONI dapat dilihat pada Gambar 1. Indek ONI disusun per triwulan mengikuti perhitungan suhu Samudera Pasifik (Huang et al., 2017). Misalnya DJF adalah triwulan Desember, Januari, Februari, sementara JFM adalah triwulan Januari, Februari, Maret. El Nino terjadi saat nilai ONI berada di atas 0.5, dan diberi penanda dengan warna merah, sedangkan La Nina terjadi saat nilai ONI berada dibawah -0.5, dan dibedakan dengan penanda warna biru.

## METODE PENELITIAN

### Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data curah hujan yang diambil dari BMKG Sulawesi Selatan untuk stasiun pengukuran curah hujan Paotere. Data yang tersedia dan digunakan pada studi ini adalah data selama 12 tahun yaitu tahun 2010 – 2022. Data kedua adalah data index ONI untuk rentang yang sama (Gambar 1).

### Mann Kendall Trend Test

Trend test adalah pengujian untuk menyelidiki pola perubahan dalam data atau arah pergerakan data secara keseluruhan (Frisca & Maharani, 2022), dapat berupa uji parametrik dan uji non-parametrik (Susilokarti et al., 2015). Jika arah pergerakannya naik atau rata-rata perubahannya meningkat, maka disebut sebagai trend positif atau trend cenderung naik. Sebaliknya, jika arah pergerakannya turun atau rata-rata perubahannya menurun, maka disebut sebagai trend negatif atau trend cenderung turun (Fikri et al., 2020).

Mann Kendall Trend Tes merupakan uji tren non-parametrik yang sering digunakan dalam mengidentifikasi tren dalam data deret waktu hidrometeorologi, seperti tingkat air tanah, kualitas air, debit sungai, tinggi danau, suhu, dan curah hujan (Wang et al., 2020).

#### 1. Arah perubahan tren

Statistik uji S yang menunjukkan arah perubahan tren dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah

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

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1 & \text{if } x_j - x_i > 0 \\ 0 & \text{if } x_j - x_i = 0 \\ -1 & \text{if } x_j - x_i < 0 \end{cases}$$

n = jumlah total titik data

$x_i$  dan  $x_j$  = nilai data dalam deret waktu pada posisi i dan j (dengan  $j > i$ )

$\text{sgn}(x_j - x_i)$  = menunjukkan arah perubahan nilai data.

#### 2. Varian S

Varian S dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18}$$

dimana,

$m$  = jumlah pasangan data yang bernilai sama

$t_i$  = jumlah data ke- $i$  (dalam kumpulan data yang sama)

Tanda *summary* ( $\Sigma$ ) menunjukkan penjumlahan dari semua kelompok data yang memiliki nilai yang sama. Jika tidak ada kelompok data yang memiliki nilai yang sama, maka bagian *summary* ( $\Sigma$ ) dapat diabaikan. Nilai  $S$  positif menunjukkan adanya trend meningkat dari waktu ke waktu, sedangkan jika nilai  $S$  negatif menunjukkan adanya trend menurun dari waktu ke waktu.

## 2. Uji statistic Z

Pengujian Mann-Kendall dilakukan dengan perhitungan statistic Z mengikuti persamaan di bawah.

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

Nilai  $Z_c$  merupakan ukuran signifikansi dari tes yang digunakan untuk menguji hipotesis  $H_0$ .

Pada Analisa tren yang dilakukan, curah hujan dalam setahun dibagi ke dalam periode-periode triwulan mengikuti pembagian waktu pada sistem pengindeksan ONI.

### Korelasi Pearson

Uji korelasi adalah mencari besarnya hubungan antara 2 variabel, koefisien korelasi bernilai antara -1 dan 1 digunakan untuk menunjukkan seberapa besar hubungan antar variabel tersebut (Togatorop et al., 2022).

$$r = \frac{n \sum X_i \sum Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{(n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2)(n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}} \quad (6)$$

dimana,

$r$  : koefisien korelasi

$n$  : jumlah sampel

$x$  : variabel pertama

$y$  : variabel kedua

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tren Curah Hujan

Hasil uji tren curah hujan kota Makassar ditunjukkan oleh Tabel 1. Dari table tersebut dapat dilihat bahwa terdapat 11 tren menurun yang dideteksi selama 12 tahun terakhir. Beberapa tren menurun terjadi bersamaan dengan peristiwa El Nino yaitu pada periode January, February, Maret 2015, April SO tahun 2015, JFM dan FMA tahun 2016, dan JFM tahun 2019. Selain itu, terdapat pula tren menurun yang terjadi bersamaan dengan peristiwa La Nina yaitu pada periode NDJ 2016. Sementara tren lainnya terjadi pada kondisi netral. Ini menunjukkan bahwa fenomena ENSO ini mungkin memiliki pengaruh terhadap curah hujan di Makassar namun tidak konsisten dan tidak langsung.

### Korelasi Antara Tren Hujan dan ONI

Hasil perhitungan koefisien Pearson antara kuantitas tren curah hujan per triwulan dan besarnya indeks ONI pada periode yang sama memberikan angka -0.3.

## Pembahasan

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa terdapat 11 tren menurun yang dideteksi selama 12 tahun terakhir. Beberapa tren menurun terjadi bersamaan dengan peristiwa El Nino yaitu pada periode JFM dan ASO tahun 2015, JFM dan FMA tahun 2016, dan JFM tahun 2019. Selain itu, terdapat pula tren menurun yang terjadi bersamaan dengan peristiwa La Nina yaitu pada periode NDJ 2016. Sementara tren lainnya terjadi pada kondisi netral. Ini menunjukkan bahwa fenomena ENSO ini mungkin memiliki pengaruh terhadap curah hujan di Makassar namun tidak konsisten dan tidak langsung.

Tabel 1 Tren Curah Hujan Makassar

Periode	Tahun	Trend	Kemiringan	p
FMA	2015	turun	-3.50	0.02749
ASO	2015	turun	-1.93	0.02749
JFM	2016	turun	-2.17	0.02417
FMA	2016	turun	-2.41	0.02417
NDJ	2016	turun	-1.28	0.02417
JFM	2017	turun	-1.86	0.01626
FMA	2017	turun	-1.94	0.01626
AMJ	2018	turun	-1.60	0.03545
JFM	2019	turun	-1.22	0.0476
JFM	2020	turun	-0.99	0.03182
FMA	2020	turun	-0.84	0.0491

\*) Signifikansi statistik untuk nilai slope Mann-Kendall ditunjukkan pada nilai  $\alpha = 0.05$

Koefisien Pearson antara curah hujan dan index ONI menunjukkan adanya hubungan negatif yang lemah antara fenomena ENSO dengan tren curah hujan di Makassar (korelasi rendah). Hal ini berarti saat El Nino (nilai ONI meningkat), tren curah hujan di Makassar cenderung menurun. Sebaliknya saat La Nina (nilai ONI menurun), tren curah hujan di Makassar cenderung meningkat. Namun, kecilnya hubungan negatif ini menandakan bahwa ada faktor lain selain ENSO yang juga mempengaruhi tren curah hujan di Makassar. Jadi, meskipun ada kecenderungan umum bahwa El Nino dikaitkan dengan kondisi yang lebih kering dan La Nina dengan kondisi yang lebih basah di Makassar, hubungan ini tidak selalu berlaku dan setiap peristiwa El Nino atau La Nina bisa memiliki efek yang berbeda.

Perubahan ekstrem dalam curah hujan juga dapat dilihat dari nilai slope terbesar dalam hasil analisis Mann-Kendall. Nilai slope yang besar menandakan perubahan yang signifikan dalam curah hujan, baik itu peningkatan atau penurunan, dalam periode waktu tertentu. Di wilayah Makassar, perubahan ekstrem pada curah hujan terjadi pada periode FMA tahun 2015 dengan nilai slope -3.50 (tren menurun) dan p-value  $2.75 \times 10^{-2}$ . Perubahan ekstrem ini terjadi bersamaan dengan peristiwa El Nino dengan nilai ONI 0.5 yang kemungkinan memberikan pengaruh terhadap penurunan curah hujan di Makassar, meskipun tidak ditemukan catatan terjadi banjir pada saat itu.

## KESIMPULAN

Hasil uji tren Mann-Kendall terhadap data curah hujan kota Makassar menunjukkan bahwa terjadi penurunan intensitas curah hujan di setiap triwulan selama 12 tahun (2010 – 2022). Sementara koefisien Pearson menunjukkan hubungan terbalik yang lemah antara tren yang terjadi dengan intensitas ENSO. Nilai koefisien Pearson yang dihasilkan ini dapat diartikan bahwa saat El Nino (nilai ONI meningkat), tren curah hujan di Makassar cenderung menurun. Sebaliknya saat La Nina (nilai ONI menurun), tren curah hujan di Makassar cenderung meningkat. Namun, kecilnya hubungan negatif ini menandakan bahwa ada faktor lain selain ENSO yang juga mempengaruhi tren curah hujan di Makassar. Perubahan ekstrem hujan juga ditemukan pada Februari, Maret dan April 2015, meskipun tidak didapatkan catatan banjir di waktu tersebut.

## REFERENSI

- Asmita, A. S., & Widayana, A. R. (2021). Pemanfaatan Data Citra Satelit Himawari-8 untuk Deteksi Kejadian Hujan Ekstrem (Studi Kasus: Banjir di Makassar, Sulawesi Selatan). *Jurnal Meteorologi, Klimatologi Geofisika Dan Instrumentasi (MKGI)*, 1(1), 1–11.
- BPS Kota Makassar. (2021). *Kota Makassar Dalam Angka 2020*.
- Cai, W., Santoso, A., Collins, M., Dewitte, B., Karamperidou, C., Kug, J. S., ... & Zhong, W. (2021). Changing El Niño–Southern oscillation in a warming climate. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(9), 628-644.
- Chaerul, M., & Gusty, S. (2021, May). Study on Flood Simulation of Tallo Watershed, Makassar City, South Sulawesi Province. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1899, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.
- Hamid, E. Y., Kawasaki, Z. I., & Mardiana, R. (2001). Impact of the 1997–98 El Niño event on lightning activity over Indonesia. *Geophysical research letters*, 28(1), 147-150.
- Huang, B., Thorne, P. W., Banzon, V. F., Boyer, T., Chepurin, G., Lawrimore, J. H., ... & Zhang, H. M. (2017). Extended reconstructed sea surface temperature, version 5 (ERSSTv5): upgrades, validations, and intercomparisons. *Journal of Climate*, 30(20), 8179-8205.
- Qian, J.-H., Robertson, A. W., & Moron, V. (2010). Interactions among ENSO, the Monsoon, and Diurnal Cycle in Rainfall Variability over Java, Indonesia. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 67(11), 3509–3524. <https://doi.org/10.1175/2010JAS3348.1>
- Rismawati, R., Usman, J., & Ma'ruf, A. (2015). Peran Pemerintah Dalam Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Manggala Kota Makassar. *Kolaborasi: Jurnal Administrasi Publik*, 1(2).
- Ryadi, G. Y. I., Sukmono, A., & Sasmito, B. (2019). Pengaruh Fenomena El Nino Dan La Nina Pada Persebaran Curah Hujan Dan Tingkat Kekeringan Lahan di Pulau Bali. *Jurnal Geodesi Undip*, 8(4), Article 4. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2019.25143>
- Siki, M., Samudra, A. A., & Suradika, A. (2023). Management of distribution of logistics assistance for disaster survivors : Study on the Makassar flood in South Sulawesi. *The Social Perspective Journal*, 2(2).
- Trenberth, K. & N. C. for A. R. S. (Eds). (2023, November 29). Nino SST Indices (Nino 1+2, 3, 3.4, 4; ONI and TNI) | Climate Data Guide. *The Climate Data Guide: Nino SST Indices (Nino 1+2, 3, 3.4, 4; ONI and TNI)*. <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/nino-sst-indices-nino-12-3-34-4-oni-and-tni>
- Wang, F., Shao, W., Yu, H., Kan, G., He, X., Zhang, D., Ren, M., & Wang, G. (2020). Re-evaluation of the Power of the Mann-Kendall Test for Detecting Monotonic Trends in Hydrometeorological Time Series. *Frontiers in Earth Science*, 8, 14. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00014>