

ANALISIS INDEKS KEKERINGAN METEOROLOGIS MENGGUNAKAN METODE *STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX* DI KABUPATEN PELALAWAN

Yogi Guntara, Sigit Sutikno, Lita Darmayanti

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya KM. 12,5, Simpang Baru, Pekanbaru, Riau
+6285288814448
yogi.guntara6981@grad.unri.ac.id

Info Artikel

Abstrak

Sejarah Artikel:

Diterima: Jan 2023
Disetujui: Juni 2023
Dipublikasikan: Juni 2023

Keywords:

*Pelalawan District;
Drought; SPI; GIS*

Kekeringan merupakan salah satu fenomena alam yang ditunjukkan dengan terbatasnya ketersediaan air di atas, di permukaan dan di dalam tanah. Kabupaten Pelalawan mempunyai riwayat kekeringan yang terjadi pada tahun 2015 dan berdampak pada krisis air. Pengukuran indeks kekeringan dengan bantuan teknik spasial seringkali menjadi kunci dalam membantu pemantauan guna menentukan tindakan pencegahan kekeringan. Kajian ini melakukan analisis spasial untuk menentukan sebaran kekeringan dengan metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) periode 3 bulanan. Data yang digunakan adalah data hujan satelit bulanan dari tahun 2010-2019. Hasil analisis menunjukkan kondisi kekeringan ekstrim terjadi pada bulan Juni 2015 di Kecamatan Kuala Kampar dengan nilai sebesar -3.70.

Kata Kunci: Kabupaten Pelalawan; Kekeringan; SPI; SIG

Abstract

Drought is one of the natural phenomena indicated by the limited availability of water above, on the surface and in the ground. Pelalawan District has a history of drought which occurred in 2015 and resulted in a water crisis. Drought index measurement with the help of spatial techniques is often the key in assisting monitoring to determine drought prevention measures. This study conducted a spatial analysis to determine the distribution of drought using the Standardized Precipitation Index (SPI) method a 3-month time scales. This research used monthly satellite rainfall from 2010-2019. The results of the analysis show that extreme drought conditions occurred in June 2015 in Kuala Kampar sub-district with a value of -3.70.

Keywords: *Pelalawan District; Drought; SPI; GIS*

© 2023

Universitas Abdurrahman Wahid

PENDAHULUAN

Kekeringan (*drought*) merupakan salah satu fenomena alam yang ditunjukkan dengan terbatasnya ketersediaan air di atas, di permukaan dan di dalam tanah. Proses terjadinya kekeringan diawali dengan tingkat curah hujan di bawah normal dalam satu periode waktu atau dikenal dengan kekeringan meteorologis [1]. Kekeringan dikelompokkan sebagai fenomena bencana alam yang kompleks tanpa diketahui awal dan akhir kejadian serta mengakibatkan kerugian dalam banyak sektor.

Tahun 2015, kota di tengah Pulau Sumatera tidak mengalami hujan selama lebih dari 30 hari. Keadaan tersebut menyebabkan bencana kekeringan dan berdampak terhadap krisis air salah satunya di Kabupaten Pelalawan [2]. Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan upaya untuk memantau dengan melakukan analisis kekeringan meteorologis sebagai langkah awal mitigasi terhadap bencana kekeringan. Untuk menghitung tingkat kekeringan di suatu wilayah, diperlukan nilai indeks kekeringan antara lain menggunakan metode *Standardized Precipitation Index* (SPI). SPI merupakan model untuk mengukur defisit curah hujan serta indeks kekeringan [3]. SPI membantu dalam monitoring tingkat kekeringan maupun kebasahan pada suatu daerah [4].

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat kekeringan secara spasial dan temporal hingga di tingkat kecamatan.

TINJAUAN PUSTAKA

Kekeringan

Ditinjau dari tipologi, kekeringan diklasifikasikan menjadi meteorologi, pertanian, hidrologi, dan sosial ekonomi [1]:

1. *Kekeringan Meteorologi*, didasarkan kepada defisit curah hujan dan lama periodenya
2. *Kekeringan Hidrologi*, didasarkan pada dampak defisit curah hujan terhadap pasokan air seperti sungai, waduk, danau dan penurunan muka air tanah
3. *Kekeringan Pertanian*, didasarkan pada dampak terhadap pertanian disebabkan defisit curah hujan, air tanah atau berkurangnya tingkat reservoir yang dibutuhkan untuk irigasi
4. *Kekeringan Sosial Ekonomi*, kekeringan sosial ekonomi terjadi ketika permintaan barang ekonomi melebihi pasokan sebagai akibat dari defisit terkait cuaca dalam pasokan air.

Standardized Precipitation Index (SPI)

Analisis kekeringan pada penelitian ini menggunakan tipe kekeringan meteorologis. Kekeringan Meteorologis dapat dimodelkan, salah satunya dengan metode *Standardized*

Precipitation Index (SPI) yang diperkenalkan oleh McKee tahun 1993 untuk mengukur kekurangan curah hujan serta indeks kekeringan [3]. Perhitungan nilai SPI berdasarkan sebaran gamma yang didefinisikan sebagai fungsi frekuensi atau peluang kejadian sebagai berikut:

$$G(x) = \int_0^x g(x)dx = \frac{1}{\beta^{\alpha T(\alpha)}} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} \quad (1)$$

dengan:

- $\alpha > 0$ = parameter bentuk,
- $\beta > 0$ = parameter,
- $x > 0$ = jumlah curah hujan

Nilai α dan β diestimasi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}}\right) \quad (2)$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (3)$$

atau

$$\alpha = \frac{x^2}{s^2} \quad (4)$$

$$\beta = \frac{x}{\alpha} \quad (5)$$

dengan:

n = jumlah data pengamatan curah hujan

jika fungsi gamma tidak terdefinisi untuk $x = 0$, maka nilai $G(x)$ menjadi:

$$H(x) = q + (1 - q) \cdot G(x) \quad (6)$$

dengan:

q = jumlah kejadian hujan = 0 (m) / jumlah data (n)

Probabilitas kumulatif $H(x)$ tersebut kemudian ditransformasi ke dalam standar normal random variable Z dengan nilai rata – rata 0 dan variasi 1, nilai yang diperoleh Z merupakan nilai SPI. Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

Perhitungan Z atau SPI untuk $0 < H(x) \leq 0,5$

$$Z = SPI = -\left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right) \quad (7)$$

dengan:

$$t = \sqrt{\ln \ln \left(\frac{1}{(H(x))^2}\right)} \quad (8)$$

Perhitungan Z atau SPI untuk $0,5 < H(x) \leq 1,0$

$$Z = SPI = +\left(t - \frac{c_0+c_1t+c_2t^2}{1+d_1t+d_2t^2+d_3t^3}\right) \tag{9}$$

dengan:

$$t = \sqrt{\ln \ln \left(\frac{1}{(1-H(x))^2}\right)} \tag{10}$$

dimana:

- $c_0 = 2,515517$
- $c_1 = 0,802853$
- $c_2 = 0,010328$
- $d_1 = 1,432788$
- $d_2 = 0,189269$
- $d_3 = 0,001308$

SPI dapat dihitung pada skala waktu 3, 6, 12, 24 dan 48 bulanan. Penelitian ini menggunakan metode SPI dengan skala waktu 3 bulanan, yaitu bulan Maret merupakan standar deviasi curah hujan bulan Januari-Maret. Periode SPI 3 bulanan dapat memberikan peringatan dini kekeringan dan mampu menilai tingkat keparahan kekeringan [5]. Periode 3 bulan mencerminkan kondisi kelembaban jangka pendek, kelembapan tanah, dan sesuai untuk estimasi pada tipe hujan musiman [5] [6].

Klasifikasi kekeringan dinilai menurut kriteria tingkat kekeringan dan klasifikasi kekeringan ditambahkan sesuai dengan kriteria tingkat kekeringan seperti pada Tabel 1 sebagai berikut [3].

Tabel 1 Klasifikasi Indeks Kekeringan SPI

Nilai SPI	Klasifikasi
$SPI \leq -2,0$	Amat Sangat Kering (ASK)
$-1,99 \leq SPI \leq -1,5$	Sangat Kering (SK)
$-1,49 \leq SPI \leq -1,0$	Cukup Kering (CK)
$-0,99 \leq SPI \leq 0,99$	Normal (N)
$1,0 \geq SPI \geq 1,49$	Cukup Basah (CB)
$1,5 \geq SPI \geq 1,99$	Sangat Basah (SB)
$SPI \geq 2,0$	Amat Sangat Basah (ASB)

METODE

Lokasi penelitian yang dipilih yaitu Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau. Adapun data yang digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Batas Administrasi 1:1.000.000
2. Curah Hujan Bulanan Tahun 2010-2019

Metode penelitian ini melakukan kajian tingkat kekeringan secara spasial dan temporal berbasis sistem informasi geografis. Proses analisis data terdiri atas:

1. Data curah hujan bulanan yang diperoleh dikonversi menjadi data point menggunakan teknik spasial. Hasil data point tersebut kemudian di ekstrak menjadi data tabulasi yang mewakili satu titik lokasi data.
2. Selanjutnya proses perhitungan SPI dilakukan pada software Microsoft Excel. Adapun langkah-langkah analisis terdiri dari perhitungan hujan bulanan dan perhitungan parameter SPI.
3. Hasil perhitungan SPI selanjutnya dikonversikan kembali dari data tabulasi menjadi data spasial point dan diinterpolasikan menjadi data raster dengan resolusi 100m x 100m agar data memiliki level karagaman yang memadai.
4. Selanjutnya nilai SPI diklasifikasikan sesuai kelas kekeringannya dan dipetakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil proses perhitungan dan konversi data menjadi data spasial menggunakan SIG, maka diperoleh hasil bahwa kondisi kekeringan selalu terjadi setiap tahun di Kabupaten Pelalawan seperti terlihat pada tabel 2. Hasil tersebut merupakan kondisi ekstrim di setiap bulannya pada Kabupaten Pelalawan. Kondisi bulan Juni 2015 merupakan kondisi terparah yang pernah dialami Kabupaten Pelalawan sepanjang tahun penelitian dengan nilai SPI-3 sebesar -3.70.

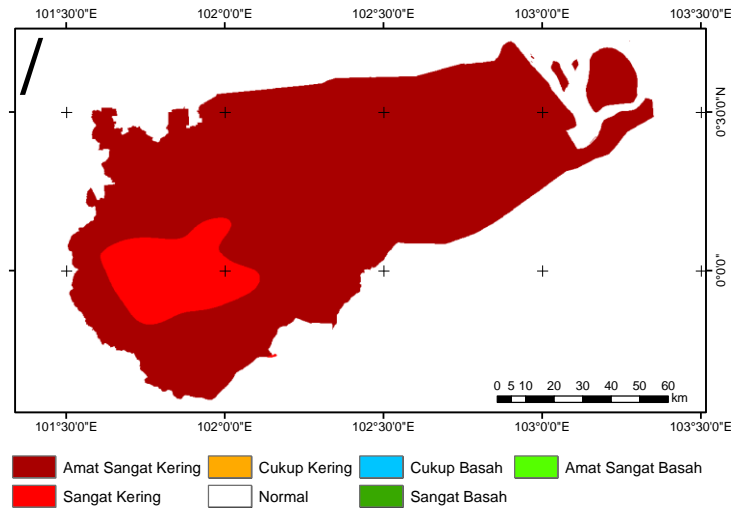
Tabel 2. Kekeringan bulanan ekstrim Kabupaten Pelalawan

Bulan	Tahun									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Januari	-	-0,79	-2,13	0,15	-1,51	-1,70	-1,58	0,02	-1,06	-1,52
Februari	-	-0,14	-0,20	0,70	-2,05	-1,94	-0,45	-0,36	-1,27	-0,92
Maret	-1,16	-0,02	-0,08	-0,53	-3,30	-2,15	-1,50	-0,17	-0,73	-1,88
April	-1,16	-0,82	0,63	-0,46	-2,55	-1,83	-1,57	-0,03	-1,47	-2,45
Mei	-1,32	-0,91	-0,28	-1,80	-1,20	-2,04	-1,97	0,16	-1,49	-3,06
Juni	-1,27	-0,66	-1,82	-2,62	-0,41	-3,70	-1,38	-0,03	-2,12	-1,15
Juli	-0,05	-1,45	-0,64	-2,48	-0,25	-3,66	-0,41	-0,95	-1,49	-1,08
Agustus	1,19	-0,51	-1,31	-1,91	-0,46	-2,65	-0,55	-1,42	-1,99	-1,23

Tabel 2. (lanjutan)

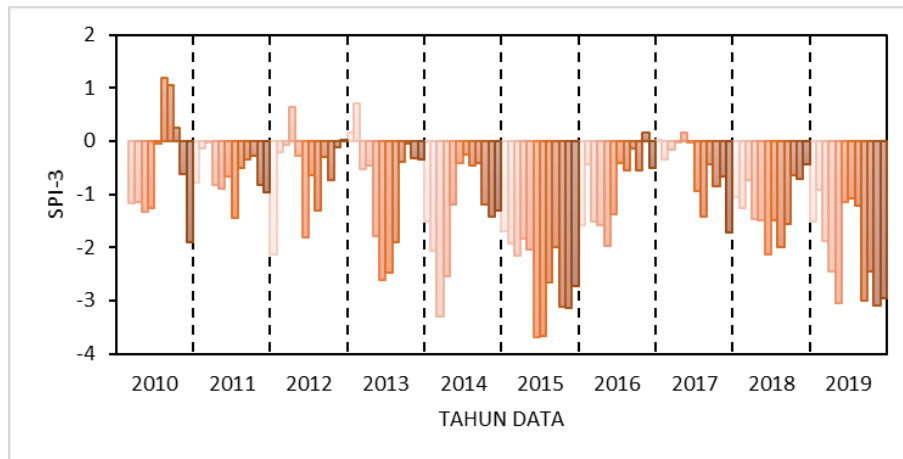
Bulan	Tahun									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
September	1,05	-0,35	-0,31	-0,38	-0,41	-1,99	-0,15	-0,43	-1,56	-3,00
Oktober	0,25	-0,28	-0,73	-0,04	-1,20	-3,11	-0,55	-0,86	-0,63	-2,46
November	-0,61	-0,82	-0,13	-0,33	-1,42	-3,14	0,17	-0,67	-0,71	-3,10
Desember	-1,90	-0,96	0,00	-0,35	-1,31	-2,73	-0,50	-1,72	-0,44	-2,96

Peta sebaran kekeringan SPI-3 bulanan pada bulan Juni 2015 dapat dilihat pada gambar 1. Hampir seluruh wilayah Kabupaten Pelalawan mengalami kondisi dengan klasifikasi “Amat Sangat Kering” dan sebagian lagi dengan klasifikasi “Sangat Kering”.



Gambar 1. Peta sebaran kekeringan Juni 2015

Sebaran kekeringan ekstrim pada Kabupaten Pelalawan terjadi pada tahun 2015 dan 2019 seperti yang terlihat pada gambar 2.



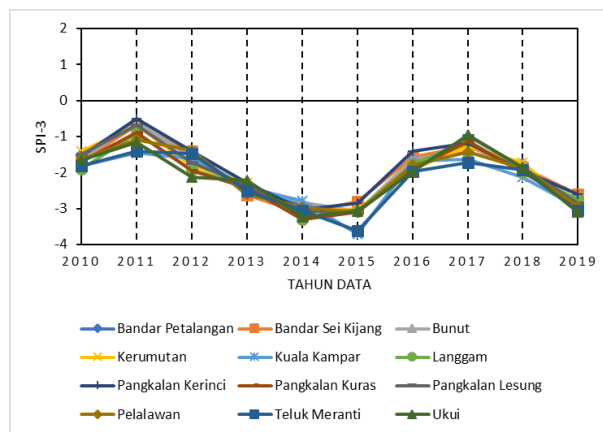
Gambar 2. Kekeringan bulanan ekstrim Kabupaten Pelalawan

Kabupaten Pelalawan memiliki 12 kecamatan diantaranya: 1) Bandar Petalangan, 2) Bandar Sei Kijang, 3) Bunut, 4) Kerumutan, 5) Kuala Kampar, 6) Langgam, 7) Pangkalan Kerinci, 8) Pangkalan Kuras, 9) Pangkalan Lesung, 10) Pelalawan, 11) Teluk Meranti, dan 12) Ukui. Pada tabel 3 menjelaskan bahwa kondisi paling ekstrim terjadi pada 2015 terletak pada Kecamatan Kuala Kampar.

Tabel 3. Kekeringan ekstrim tahunan tingkat kecamatan

Kecamatan	Tahun									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Bandar Petalangan	-1,51	-0,61	-1,58	-2,41	-2,92	-3,10	-1,80	-1,28	-1,74	-2,99
Bandar Sei Kijang	-1,68	-0,68	-1,41	-2,62	-3,13	-2,80	-1,56	-1,28	-1,86	-2,59
Bunut	-1,63	-0,61	-1,57	-2,38	-2,82	-3,09	-1,63	-1,43	-1,79	-2,95
Kerumutan	-1,42	-0,70	-1,82	-2,29	-3,05	-3,01	-1,91	-1,28	-1,73	-3,00
Kuala Kampar	-1,82	-1,45	-1,60	-2,43	-2,78	-3,70	-1,67	-1,63	-2,12	-2,97
Langgam	-1,90	-0,92	-1,92	-2,36	-3,30	-3,07	-1,77	-1,11	-1,99	-2,73
Pangkalan Kerinci	-1,54	-0,50	-1,41	-2,30	-3,04	-2,86	-1,40	-1,19	-1,95	-2,60
Pangkalan Kuras	-1,71	-0,88	-1,94	-2,42	-3,30	-3,11	-1,90	-1,14	-1,99	-2,84
Pangkalan Lesung	-1,50	-0,68	-1,73	-2,36	-3,11	-3,07	-1,96	-0,98	-1,87	-2,85
Pelalawan	-1,63	-1,09	-1,38	-2,60	-2,97	-3,10	-1,78	-1,44	-1,88	-2,94
Teluk Meranti	-1,81	-1,40	-1,47	-2,52	-3,06	-3,63	-1,97	-1,72	-1,92	-3,06
Ukui	-1,66	-1,15	-2,13	-2,21	-3,24	-3,07	-1,97	-0,96	-1,87	-3,10

Tabel 3 ditampilkan dalam bentuk grafik disajikan pada gambar 3. Kondisi setelah tahun 2011 awal mula terjadi menunjukkan trend kekeringan ekstrim mulai makin parah yang mana puncaknya terjadi pada tahun 2015. Kemudian ditahun 2016 kondisi ekstrim mulai menurun hingga pada tahun 2017. Lalu kembali terjadi kenaikan trend kekeringan ekstrim.



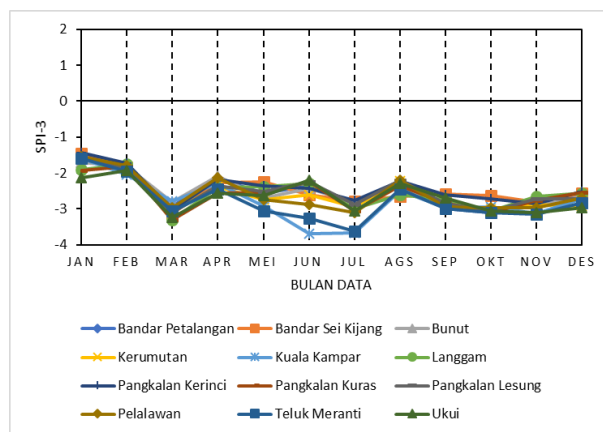
Gambar 3. Kekeringan ekstrim tingkat kecamatan

Analisis kekeringan ekstrim terhadap bulan sepanjang tahun penelitian disajikan pada tabel 4. Berdasarkan tabel 4, diketahui bawah kondisi kekeringan ekstrim terjadi pada bulan Juni di Kecamatan Kuala Kampar.

Tabel 4. Kekeringan ekstrim bulanan tingkat kecamatan

Kecamatan	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
Bandar Petalangan	-1,67	-1,83	-2,92	-2,17	-2,57	-2,36	-2,82	-2,34	-2,99	-3,10	-2,69	-2,64
Bandar Sei Kijang	-1,45	-1,84	-3,13	-2,28	-2,24	-2,62	-2,78	-2,65	-2,59	-2,64	-2,80	-2,56
Bunut	-1,70	-1,82	-2,82	-2,09	-2,71	-2,42	-2,84	-2,34	-2,95	-3,09	-2,92	-2,65
Kerumutan	-1,59	-1,89	-3,05	-2,39	-2,75	-2,60	-2,94	-2,23	-3,00	-3,01	-2,88	-2,92
Kuala Kampar	-1,60	-2,05	-2,78	-2,29	-2,92	-3,70	-3,66	-2,50	-2,97	-2,94	-3,13	-2,73
Langgam	-1,92	-1,76	-3,30	-2,40	-2,38	-2,28	-2,99	-2,60	-2,73	-3,07	-2,66	-2,56
Pangkalan Kerinci	-1,44	-1,73	-3,04	-2,18	-2,36	-2,43	-2,76	-2,21	-2,60	-2,71	-2,86	-2,52
Pangkalan Kuras	-1,94	-1,82	-3,30	-2,55	-2,53	-2,24	-3,07	-2,35	-2,84	-3,11	-2,76	-2,54
Pangkalan Lesung	-1,54	-1,86	-3,11	-2,36	-2,52	-2,24	-2,87	-2,21	-2,85	-3,07	-2,71	-2,72
Pelalawan	-1,55	-1,80	-2,97	-2,13	-2,75	-2,88	-3,10	-2,21	-2,94	-2,97	-2,96	-2,70
Teluk Meranti	-1,58	-1,95	-3,06	-2,45	-3,06	-3,25	-3,63	-2,46	-3,00	-3,10	-3,14	-2,84
Ukui	-2,13	-1,94	-3,24	-2,55	-2,62	-2,19	-3,07	-2,29	-2,70	-3,06	-3,10	-2,96

Pola kekeringan ekstrim bulanan tiap kecamatan disajikan pada gambar 4. Berdasarkan gambar 4 di bawah, pola kekeringan ekstrim bulanan dari seluruh tahun untuk masing-masing kecamatan pada bulan Maret-Desember berada pada klasifikasi “Amat Sangat Kering” dengan nilai SPI di bawah -2.00. Sedangkan pada bulan Januari dan Februari berada pada klasifikasi “Sangat Kering” dengan nilai SPI antara -1,5 hingga -1,99.



Gambar 4. Kekeringan ekstrim bulanan tingkat kecamatan

SIMPULAN

Indeks kekeringan dapat dipetakan dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk visualisasi sebaran kekeringan di wilayah Kabupaten Pelalawan. Nilai indeks kekeringan SPI 3 bulanan ekstrim di Kabupaten Pelalawan dengan kondisi terparah terjadi pada bulan Juni tahun 2015 yang terletak di Kecamatan Kuala Kampar dengan nilai SPI -3.70.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada pihak terkait yang telah membantu dan bekerjasama demi kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] National Weather Service, "Understand Drought and Know How to Respond," 2022. <https://www.weather.gov/safety/drought> (accessed Apr. 12, 2022).
- [2] T. Hernaningsih, "Mitigasi Bencana Kekeringan di Kabupaten Pelalawan, Riau," *J. Sains dan Teknol. Mitigasi Bencana*, vol. 11, no. 1, pp. 23–31, 2016.
- [3] T. B. McKee, N. J. Doesken, and J. Kleist, "The Relation of Drought Frequency and Duration to Time Scales," *Eight Conf. Appl. Climatol.*, Jan. 1993, doi: 10.1002/jso.23002.
- [4] N. A. Utami, E. H. Sujiono, and P. Palloan, "Analisis Tingkat Kekeringan Meteorologis Di Wilayah Sulawesi Selatan Menggunakan Metode Indeks Presipitasi Terstandarisasi (SPI)," *Pros. Semin. Nas. Fis. ...*, pp. 114–117, 2021, [Online]. Available: <https://ojs.unm.ac.id/semnasfisika/article/view/15477%0Ahttps://ojs.unm.ac.id/semnasfisika/article/viewFile/15477/11447>
- [5] Mark Svoboda ; Michael Hayes ; Deborah A. Wood, *Standardized Precipitation Index User Guide*. Geneva, 2012.
- [6] S. Bokal, "Standardized Precipitation Index Tool for Drought Monitoring Examples from Slovenia," Lincoln, 2009.