

Analisis Indeks Kekeringan Menggunakan Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) dan *Geographical Information System* (GIS) pada Daerah Aliran Sungai Cokroyasan, Kabupaten Purworejo

Muhamad Taufik¹, Agung Setiawan¹, Ahmad Khoerul Umam^{1*}

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo¹

Email:khoerulumam085@gmail.com

Abstrak. Kejadian kekeringan ini memiliki dampak pada kurangnya ketersediaan cadangan air. Kurangnya pasokan air berdampak pada sektor pertanian. Tumbuhan yang kekurangan air dapat menghambat produktifitas pangan bahkan gagal panen, sehingga mempengaruhi ketahanan pangan nasional. Tujuan penelitian ini menganalisis indeks sebaran kekeringan yang terjadi di DAS Cokroyasan dan mengimplementasikannya ke dalam wujud peta. Data yang digunakan dalam menganalisis sebaran kekeringan adalah data curah hujan bulanan. Analisis data dimulai dengan mengestimasi data curah hujan yang hilang bila ada menggunakan metode *Inverse Square Distance/Reciprocal Method*. Langkah selanjutnya, data curah hujan diuji konsistensinya menggunakan metode kurva massa ganda. Setelah melakukan uji konsistensi, data curah hujan baru dapat digunakan untuk menganalisis indeks sebaran kekeringan. Analisis indeks sebaran kekeringan menggunakan metode SPI (*Standardized Precipitation Index*). Setelah mendapatkan indeks sebaran kekeringan, indeks sebaran kekeringan dapat dimasukkan ke dalam peta menggunakan aplikasi GIS (*Geographical Information System*). Hasil analisis indeks sebaran kekeringan terkecil sebesar -3,562, yang terjadi pada stasiun hujan Jrasah pada bulan Januari tahun 2012. Sedangkan, indeks sebaran kekeringan terbesar terjadi pada stasiun hujan Sawangan pada bulan Agustus tahun 2016, dengan indeks sebesar 2,285. Kejadian 13 tahun terakhir (2009-2021) ini didominasi dengan kejadian “Mendekati Normal” dengan total 721 kejadian dan persentase sebesar 66,03%. Dapat diketahui bulan dengan karakteristik paling kering pada 13 tahun terakhir (2009-2021) ini, terjadi pada bulan November dengan rerata indeks sebaran kekeringan sebesar -0,027. Sedangkan bulan dengan karakteristik paling basah terjadi pada bulan Agustus dengan rerata indeks sebaran kekeringan sebesar 0,708. Berdasarkan perhitungan analisis indeks kekeringan, DAS Cokroyasan masuk dalam kategori rendah.

Kata Kunci : Kekeringan, Indeks Sebaran Kekeringan, SPI, GIS

Abstrack. These drought events have an impact on the lack of available water reserves. The lack of water supply impacts the agricultural sector. Plants that lack water can hamper food productivity and even crop failure, thus affecting national food security. The purpose of this research is to analyze the drought distribution index that occurs in the Cokroyasan watershed and implement it in the form of a map. The data used in analyzing the distribution of drought is monthly rainfall data. Data analysis begins with estimating missing rainfall data if any using the *Inverse Square Distance/Reciprocal Method*. In the next step, the rainfall data is tested for consistency using the double mass curve method. After conducting the consistency test, the rainfall data can then be used to analyze the drought distribution index. The drought distribution index analysis uses the SPI (*Standardized Precipitation Index*) method. After obtaining the drought distribution index, the drought distribution index can be put into a map using the GIS (*Geographical Information System*) application. The results of the analysis of the smallest drought distribution index of -3.562, which occurred at Jrasah rain station in January 2012. Meanwhile, the largest drought distribution index occurred at Sawangan rain station in August 2016, with an index of 2.285. The events of the last 13 years

(2009-2021) were dominated by "Near Normal" events with a total of 721 events and a percentage of 66.03%. It can be seen that the month with the driest characteristics in the last 13 years (2009-2021) occurred in November with an average drought distribution index of -0.027. Meanwhile, the month with the wettest characteristics occurred in August with an average drought distribution index of 0.708. Based on the calculation of the drought index analysis, the Cokroyasan watershed falls into the low category.

Keyword : Drought, Drought Distribution Index, SPI, GIS

1. Pendahuluan

Daerah Aliran Sungai (DAS) Cokroyosan adalah salah satu DAS pada wilayah kerja Balai PSDA Progo Cokroyasan Luk Ulo. Bagian hulu DAS sebelah utara berbatasan dengan pegunungan Kendeng, bagian hilir yaitu sebelah selatan dibatasi pantai Ketawang, sebelah barat DAS Wawar, sebelah timur DAS Cokroyasan dan bermuara di Samudra Hindia. DAS Cokroyasan masuk dalam 2 (dua) wilayah Kabupaten, bagian hulu masuk Kabupaten Wonosobo dan bagian hilir masuk dalam wilayah Kabupaten Purworejo. Menurut Balai PSDA Brobolo (2021), DAS Cokroyasan memiliki luas 407,600 km² yang mengalir sepanjang 68,980 km dari lereng Gunung Sumbing (3.375 m dpl). Salah satu masalah DAS Cokroyosan yang sering terjadi ketika musim kemarau adalah kekeringan (Himawan,2021). Kekeringan secara umum bisa didefinisikan sebagai pengurangan persediaan air yang bersifat sementara secara signifikan yang diharapkan untuk jangka waktu khusus dimana keperluan air ini ditentukan oleh kegiatan ekonomi masyarakat (Hananto dan Prasetyo, 2020). Pasokan air berguna untuk memenuhi kebutuhan hidup pada manusia pada sektor pertanian. Tumbuhan yang kekurangan air dapat menyebabkan tumbuhan layu dan dapat menghambat produktifitas pangan bahkan gagal panen, sehingga mempengaruhi ketahanan pangan nasional (Nurza, 2023). Melihat kemungkinan dampak kerugian yang akan terjadi akibat bencana kekeringan di wilayah DAS Cokroyosan, maka diperlukan tindak lanjut berupa analisis perhitungan indeks kekeringan. Setelah melakukan analisis indeks, hasil dari analisis indeks dalam penelitian ini dapat digunakan untuk memetakan sebaran kekeringan pada wilayah DAS Cokroyasan dengan bantuan penggunaan aplikasi *Geographical Information System (GIS)*, Sehingga dapat dengan mudah mengetahui tingkat-tingkat kekeringan yang dialami tiap wilayah pada DAS Cokroyasan, dengan maksud agar informasi daerah yang mengalami kekeringan dapat mudah diterima oleh masyarakat dan dapat mengambil tindakan pencegahan dan penanggulangan bahaya bencana kekeringan pada daerah tersebut (Chairani dkk, 2022).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif, dimana pengumpulan dan analisis data pada penelitian ini berupa angka atau nilai numerik. Penelitian kuantitatif bertujuan untuk mengetahui seberapa besar atau seberapa kecil suatu fenomena (Paso, 2022). Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi pustaka dengan tujuan untuk mendapatkan informasi seputar dengan apa yang akan diteliti. Langkah selanjutnya yaitu menentukan studi kasus lokasi penelitian yang akan diteliti, setelah mendapatkan lokasi penelitian telah ditentukan pengumpulan data pun dilakukan. Metodologi pengumpulan data yang akan digunakan meliputi pengukuran curah hujan yang telah dilakukan oleh stasiun hujan (Setiawan dan Taufik, 2017). Data curah hujan tersebut akan diuji kekonsistensannya terlebih dahulu sebelum dilakukan analisis indeks sebaran kekeringan dengan menggunakan metode *Standardized Percipitation Index (SPI)*. Setelah itu dilakukan analisis spasial untuk mengetahui sebaran kekeringan pada wilayah

tersebut dengan bantuan aplikasi *Geographical Information System* (GIS). Pelaksanaan penelitian ini akan ada beberapa hambatan seperti ketersediaan data, terbatasnya jumlah stasiun hujan, serta kesalahan pengukuran pada alat. Oleh karena itu, akan dilakukan pengolahan data dengan hati-hati dan pengambilan kesimpulan yang dibatasi.

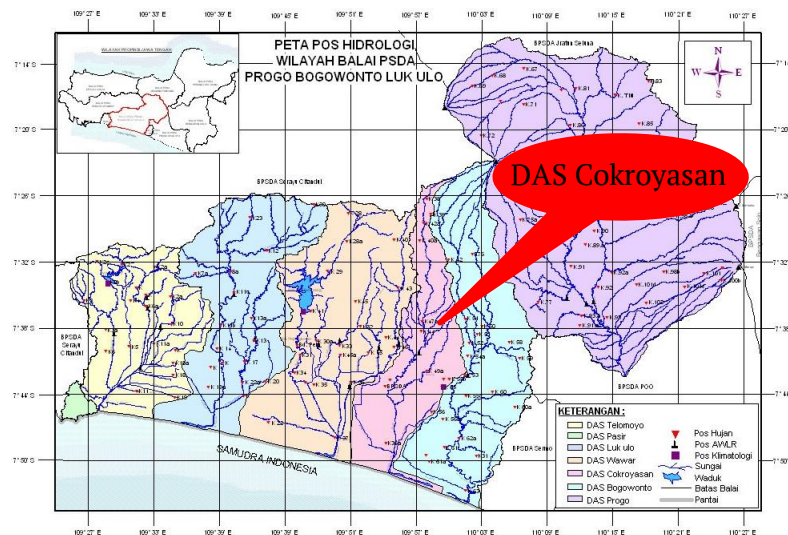
2.1. Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan untuk melaksanakan penelitian analisis indeks kekeringan menggunakan metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) pada DAS Cokroyasan adalah data sekunder yang dapat menggambarkan keadaan wilayah penelitian dengan diperoleh melalui dinas yang terkait. Adapun data-data yang diperlukan antara lain:

1. Data curah hujan bulanan DAS Cokroyasan tahun 2009-2021
2. Peta administrasi perbatasan DAS Cokroyasan
3. Titik koordinat stasiun hujan yang berada di DAS Cokroyasan

2.2. Lokasi Penelitian

Studi penelitian ini mengambil lokasi di Pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Cokroyasan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.3 Analisis Data

Data yang diperoleh akan dianalisis dengan menggunakan metode dan rumus yang didapatkan setelah melakukan studi kasus. Langkah pertama dalam menganalisis data adalah menyaring data curah hujan terlebih dahulu (Taufik dkk, 2022). Data curah hujan diuji kualitasnya melalui analisis konsistensi dan korelasi. Analisis konsistensi bertujuan untuk mengetahui kesesuaian data hujan I suatu stasiun terhadap data hujan di stasiun sekitarnya pada waktu yang sama, lanjut ke tahap analisis indeks sebaran kekeringan (Nurrohmah dan Nurjanah, 2017). Hasil analisis indeks sebaran kekeringan telah ditemukan, tahap terakhir yaitu mengplotkan hasil analisis

ke dalam peta. Peta hasil analisis dibuat dengan bantuan aplikasi *Geographical Information System (GIS)*. Pembuatan peta diawali dengan memasukkan data spasial ke dalam proyek. Data spasial telah masuk, setelah itu disusul dengan memasukkan data hasil analisis indeks sebaran kekeringan. Setelah itu data hasil analisis indeks sebaran kekeringan ditampilkan ke dalam peta, lalu hasil analisis indeks sebaran kekeringan pada tiap-tiap stasiun hujan diinterpolasi (Taufik dan Agung, 2018). Peta hasil analisis indeks sebaran kekeringan telah selesai dibuat, agar peta lebih mudah dibaca beberapa instrumen dalam peta ditambahkan, seperti skala, legenda, arah mata angin, dan judul peta.

2.4 Tahap Penyelesaian Studi

2.4.1 Analisis Data Curah Hujan

- a. Mengumpulkan data sekunder
- b. Estimasi data curah hujan yang hilang
- c. Uji Konsistensi data

2.4.2 Analisis Indeks Sebaran Kekeringan Metode SPI

Standardized Precipitation Index (SPI) merupakan metode analisis kekeringan meteorologis yang diciptakan oleh Thomas B. McKee di tahun 1993. Pada metode ini dapat menciptakan indeks kekeringan yang didasarkan pada defisit curah hujan berbagai rentang waktu berdasarkan durasi normalnya. Metode SPI mampu mengalokasikan suatu perbandingan yang menjamin dan relatif mudah untuk diterapkan segala daerah dengan keadaan iklim yang berbeda-beda (Firdaus dkk, 2021:538). Perhitungan Metode SPI berdasarkan jumlah distribusi gamma yang didefinisikan sebagai fungsi frekuensi atau probabilitas kejadian sebagai berikut (Hima dkk, 2022:71-72):

- a. Menghitung distribusi gamma

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

Sedangkan untuk Nilai α dan β diestimasi pada setiap stasiun hujan dengan memakai rumus sebagai berikut:

$$\alpha = \frac{\bar{x}^2}{Sd^2} \quad (2)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \quad (3)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad (4)$$

- b. Menghitung transform gamma distribusi

$$t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{H(x)^2} \right]} \quad \text{untuk } 0 < H(x) \leq 0,5 \quad (5)$$

$$t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{(1-H(x))^2} \right]} \quad \text{untuk } 0,5 < H(x) \leq 1,0 \quad (6)$$

Dengan:

$$H(x) = q + (1-q) \cdot G(x) \quad (7)$$

$$q = m/n \quad (8)$$

c. Menghitung nilai *Standardized Percipitation Index* (SPI)

$$z = \text{SPI} = - \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \text{ Untuk } 0 < H(x) \leq 0,5 \quad (9)$$

$$z = \text{SPI} = + \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \text{ Untuk } 0,5 < H(x) \leq 1,0 \quad (10)$$

Dengan:

$$c_0 = 2,515517$$

$$c_1 = 0,802853$$

$$c_2 = 0,010328$$

$$d_1 = 1,432788$$

$$d_2 = 0,189269$$

$$d_3 = 0,001308$$

Klasifikasi nilai indeks kekeringan menggunakan metode *Standardized Percipitation Index* (SPI) dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Nilai Indeks Sebaran Kekeringan Metode SPI

Klasifikasi	Nilai SPI
Amat Sangat Kering	$\leq (-2,00)$
Sangat Kering	$(-1,99) - (-1,50)$
Cukup Kering	$(-1,49) - (-1,00)$
Mendekati Normal	$(-0,99) - 0,99$
Cukup Basah	$1,00 - 1,49$
Sangat Basah	$1,50 - 1,99$
Amat Sangat Basah	$\geq 2,00$

Sumber: Hima dkk. (2022:72)

3. Hasil Penelitian

3.1 Analisis Data Curah Hujan

a. Estimasi Data Curah Hujan yang Hilang

Dari hasil pengamatan data curah hujan dari Dinas PUPR Kabupaten Purworejo, terdapat dua stasiun hujan DAS Cokroyasan yang mengalami kehilangan data curah hujan, yaitu Stasiun Hujan Jrasah. Stasiun hujan tersebut memerlukan adanya estimasi untuk mengisi data curah hujan yang kosong agar data yang hilang tersebut menjadi lengkap dan dapat digunakan untuk menganalisis kekeringan. Pengestimasi data curah hujan yang kosong dalam penelitian ini menggunakan Metode *Inverse Square Distance/Reciprocal Method*.

b. Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi metode kurva massa ganda pada curah hujan di 7 stasiun hujan di DAS Cokroyasan menghasilkan data yang konsisten sehingga layak digunakan untuk menganalisis kekeringan.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Uji Konsistensi Stasiun Hujan pada DAS Cokroyasan

No.	Stasiun Hujan	R ²
1	Watujagir	0,999
2	Sawangan	1,000
3	Loning	0,998
4	Jrakah	0,993
5	Kutoarjo	0,998
6	Kedungkamal	0,998
7	Ngombol	0,999

Sumber: Hasil Perhitungan

3.2 Analisis Indeks Sebaran Kekeringan Metode SPI

Analisis indeks sebaran kekeringan pada penelitian ini menggunakan Metode *Standardized Percipitation Index* (SPI). Metode ini hanya perlu menggunakan data hujan bulanan untuk menganalisis indeks sebaran kekeringan pada suatu daerah. Periode waktu data curah hujan yang dipakai pada penelitian ini hanya menggunakan periode 13 tahun (2009-2021). Berikut contoh hasil perhitungan analisis indeks sebaran kekeringan metode SPI beserta dengan klasifikasinya:

Tabel 3. Indeks Sebaran Kekeringan Metode SPI pada Stasiun Hujan Watujagir

No.	Tahun	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2009	0,29	1,09	-1,21	0,53	-0,01	-0,27	-0,29	0,10	0,71	0,38	0,42	-1,88
2	2010	0,17	0,03	0,17	-0,61	1,38	1,01	1,58	1,90	2,14	1,92	1,61	0,12
3	2011	-1,53	-1,13	0,14	0,20	1,16	-1,02	0,66	0,10	-0,29	-0,11	0,33	0,04
4	2012	1,73	-1,14	-0,50	-0,10	1,20	-1,02	-0,29	0,10	-0,29	0,37	-0,20	0,11
5	2013	0,01	0,36	-0,40	0,81	0,77	1,34	1,31	1,02	0,33	0,40	-1,33	1,13
6	2014	-1,66	-0,34	-2,32	2,11	-0,74	1,00	1,30	0,10	-0,29	-0,84	0,57	1,39
7	2015	-0,11	-0,52	0,70	1,10	-0,36	0,34	-0,29	0,10	-0,29	-1,02	-0,44	-0,17
8	2016	-0,48	0,51	0,20	-0,23	0,85	1,85	2,02	2,09	1,71	1,48	1,16	-1,46
9	2017	1,19	0,48	-1,06	0,08	-0,29	0,36	0,38	0,10	0,68	0,65	0,39	-0,57
10	2018	-0,50	-0,62	0,71	-0,97	-2,19	-0,22	-0,29	0,10	0,55	-0,73	0,27	1,69
11	2019	-0,34	-0,10	1,20	-0,87	-1,73	-0,99	-0,29	0,67	-0,29	-1,02	-3,03	0,09
12	2020	0,01	2,24	1,49	-1,04	0,61	0,17	0,25	1,13	0,54	0,91	-0,92	-0,13
13	2021	1,33	-0,68	0,82	-0,76	-1,31	0,58	0,64	1,59	1,04	0,43	0,71	-0,30

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan indeks sebaran kekeringan menggunakan metode SPI pada Tabel 3 kemudian di konversi ke dalam klasifikasi indeks sebaran kekeringan yang dapat dilihat pada Tabel 4

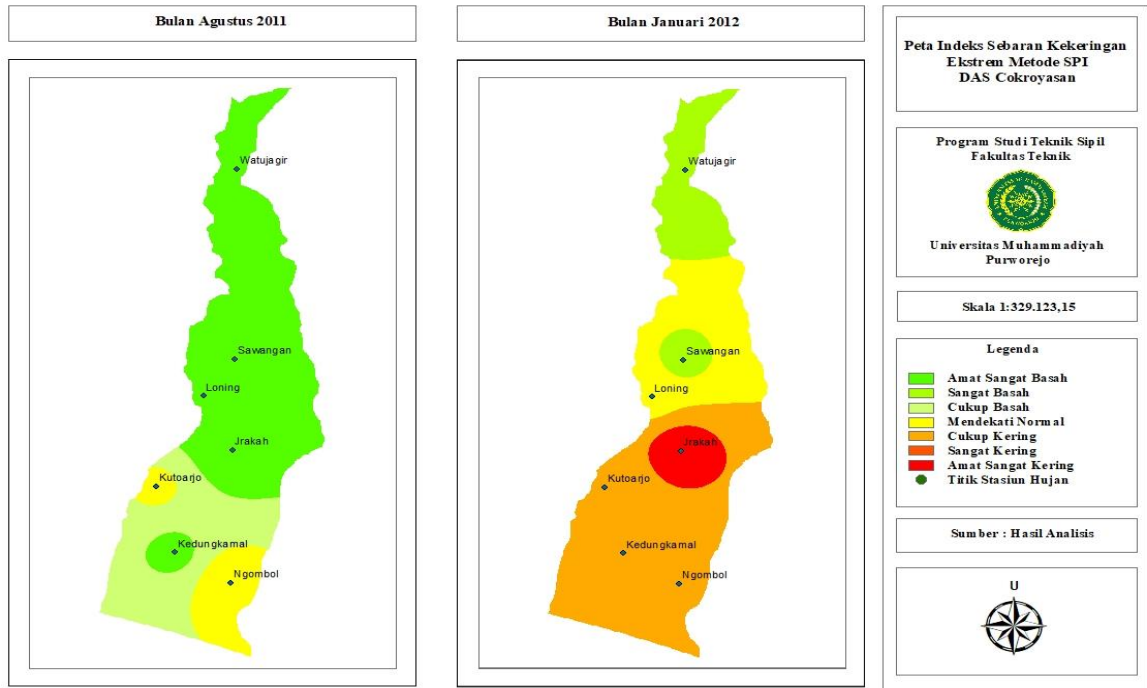
Tabel 4. Klasifikasi Indeks Sebaran Kekeringan Metode SPI pada Stasiun Hujan Cengkawakrejo

No	Tahun	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2009	MN	CB	CK	MN	MN	MN	MN	MN	MN	MN	MN	SK
2	2010	MN	MN	MN	MN	CB	CB	SB	SB	ASB	SB	SB	MN
3	2011	SK	CK	MN	MN	CB	CK	MN	MN	MN	MN	MN	MN
4	2012	SB	CK	MN	MN	CB	CK	MN	MN	MN	MN	MN	MN
5	2013	MN	MN	MN	MN	MN	CB	CB	CB	MN	MN	CK	CB
6	2014	SK	MN	ASK	ASB	MN	CB	CB	MN	MN	MN	MN	CB
7	2015	MN	MN	MN	CB	MN	MN	MN	MN	MN	CK	MN	MN
8	2016	MN	MN	MN	MN	MN	SB	ASB	ASB	SB	CB	CB	CK
9	2017	CB	MN	CK	MN	MN	MN	MN	MN	MN	MN	MN	MN
10	2018	MN	MN	MN	MN	ASK	MN	MN	MN	MN	MN	MN	SB
11	2019	MN	MN	CB	MN	SK	MN	MN	MN	MN	CK	ASK	MN
12	2020	MN	ASB	CB	CK	MN	MN	MN	CB	MN	MN	MN	MN
13	2021	CB	MN	MN	MN	CK	MN	MN	SB	CB	MN	MN	MN

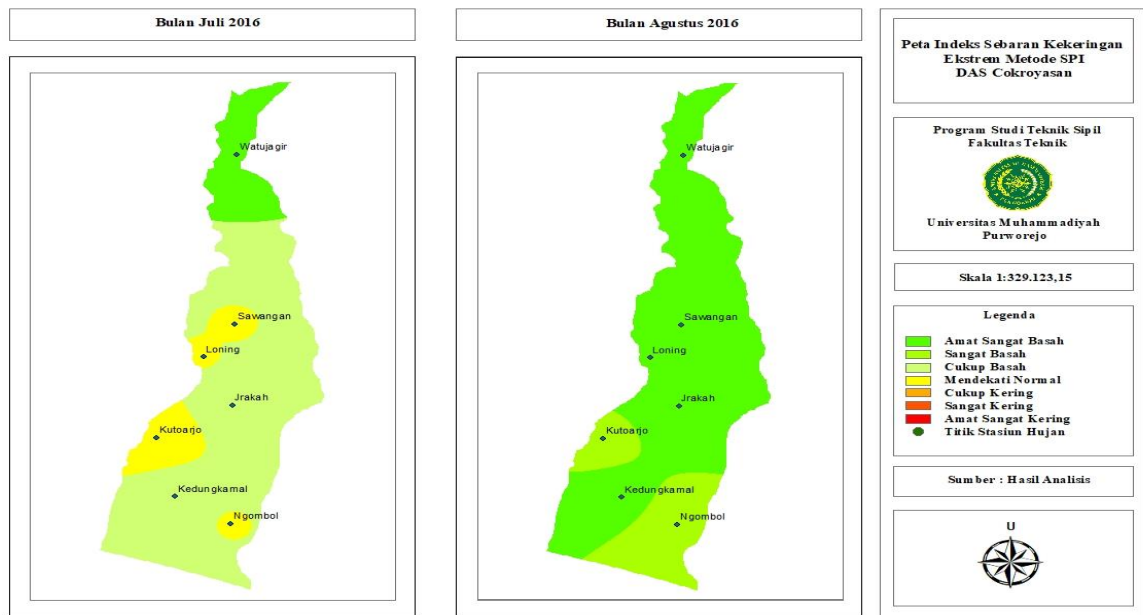
Sumber: Hasil Analisis

Pada Tabel 3 indeks sebaran kekeringan metode SPI tertinggi terjadi pada bulan Februari 2020 dengan indeks sebesar 2,24. Indeks SPI terendah dapat diketahui juga, terjadi pada bulan November 2019 dengan indeks sebesar -3,03. Dari klasifikasi Tabel 4, dapat diketahui stasiun hujan Watujagir memiliki kejadian “Mendekati Normal” yang cenderung mendominasi daripada kejadian-kejadian lainnya. Kejadian “Mendekati Normal” pada Stasiun hujan Watujagir memiliki persentase sebesar 65,38%. Kejadian “Cukup Basah” dengan persentase 13,46%, kejadian “Sangat Basah” dengan persentase 5,77%. Kejadian “Cukup Kering” dengan persentase 7,69%, kejadian “Sangat Kering” dengan persentase 2,56%. Kejadian “Amat Sangat Basah” dengan persentase 3,21% dan kejadian “Amat Sangat Kering” dengan persentase 1,92%.

Penggambaran peta indeks sebaran kekeringan yang ada di DAS Cokroyasan dilakukan menggunakan *Geographical Information System (GIS)* dengan metode interpolasi *Inverse Distance Weighted (IDW)* yang kemudian di *overlay* dengan batas administrasi DAS Cokroyasan agar mendapatkan daerah-daerah mana saja yang terdampak kekeringan. Berikut beberapa periode yang mengalami indeks sebaran kekeringan dengan kategori ekstrem:



Gambar 2. Peta Indeks Sebaran Kekeringan Ekstrem pada DAS Cokroyasan



Gambar 3. Peta Indeks Sebaran Kekeringan Ekstrem pada DAS Cokroyasan

Berdasarkan Hasil pemetaan indeks sebaran kekeringan dengan metode SPI dalam kurun waktu 13 tahun (2009-2021) menunjukkan bahwa indeks kekeringan paling kering terjadi pada bulan Januari 2012, sedangkan indeks kekeringan paling basah terjadi pada bulan Agustus 2016.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Perhitungan analisis indeks sebaran kekeringan metode SPI (Standardized Precipitation Index) pada DAS Cokroyasan selama 13 tahun terakhir (2009-2021). Perhitungan analisis sebaran kekeringan menghasilkan indeks terkecil sebesar -3,562, yang terjadi pada stasiun hujan Jarakah pada bulan Januari tahun 2012. Indeks sebaran kekeringan metode SPI (Standardized Precipitation Index) terbesar terjadi pada stasiun hujan Sawangan pada bulan Agustus tahun 2016, dengan indeks sebesar 2,285.
2. Berdasarkan hasil pemetaan rerata analisis indeks sebaran kekeringan menggunakan aplikasi Geographical Information System (GIS) daerah yang mengalami kekeringan dengan presentase tertinggi berada pada stasiun hujan Ngombol. Daerah paling basah berdasarkan peta sebaran kekeringan terjadi pada stasiun hujan Kedungkamal
3. Berdasarkan analisis indeks kekeringan yang terjadi pada DAS Cokroyasan masuk dalam kategori rendah karena nilai yang didapat berdasarkan perhitungan indeks kekeringan rata-rata memiliki kejadian mendekati normal yaitu dengan nilai klasifikasi $(-0,990) - 0,99$.

Daftar Pustaka

- Aditya Nofan Hananto. 2019. *Perancangan Sistem Informasi Indikator Indeks Vegetasi Daerah Jawa Tengah Menggunakan Library Leaflet JS*. Salatiga: Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Satya Wacana
- Balai PSDA Probolo. 2021. *Data Panjang Sungai dan Daerah Tangkap Air di Wilayah Balai PSDA Progo Cokroyasan Luk Ulo*. Balai PSDA Probolo. Purworejo.
- Chairani Zulia., dkk. 2022. *Penilaian Sebaran Kekeringan Wilayah Pesisir Timur Aceh Menggunakan Metode Standardized Precipitation index (SPI) dan Geographical Information System (GIS)*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala
- Firdaus, A., Harisuseno, D., dan Suhartanto, E. 2021. Studi Analisa Kekeringan Metode Standardized Precipitation Index (SPI) dan Palmer Drought Severity Index (PDSI) di DAS Kemuning Kabupaten Sampang. *JTRESDA: Jurnal Teknologi dan Sumber Daya Air*. 01, 535-548.
- Hima, W.K., Udiana, I.M, dan Nasjono, J.K. 2022. Analisis Indeks Kekeringan Menggunakan Standardized Precipitation Index (SPI) Method Pada Daerah Kabupaten Timor Tengah Selatan. *Jurnal Forum Teknik Sipil*. 02, 68-79.
- Himawan, A. 2021. *68 desa di Purworejo Rawan kekeringan, BPBD siapkan droping air bersih. Suara Merdeka*. Diakses dari www.suaramerdeka.com pada tanggal 02 Juli 2022.
- Nurromah, H., dan Nurjanah, E. 2017. *Kajian Kekeringan Meteorologis Menggunakan Standardized Precipitation index (SPI) di provinsi jawa tengah*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM
- Nurza, Imam Safir Alwan. 2023. Pengaruh Kekeringan Terhadap Pertumbuhan Tanaman dan Kadar Kalsium Oksalat Daun Bayam (*Amaranthus Tricolor L. Var. Giti Hijau*). *Maximus: Journal of Biological and Life Sciences*. 1.1, 1-9.

- Pasoa, M.S. 2022. Analisis Spesial Indeks Kekeringan Meteorologi di Kota Kupang dan Kabupaten Kupang. Skripsi, diterbitkan. Universitas Nusa Cendana.
- Setiawan, A., dan Muhamad, T. 2017. Analisa Kapasitas Penampang Kali Bedono Terhadap Debit Banjir. *URECOL*. 205-208.
- Taufik, M., Agung, S., dan Nur, C. 2022. Evaluasi Sistem Drainase di Kawasan Pemukiman Padat. *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil*.6.1, 20-26.
- Taufik, M. dan Agung, S. 2018. Analisis Efisiensi Irigasi pada Petak Tersier dengan Metode Drum. *Prosiding University Research Colloquium*.