

Penerapan Metode SPI untuk Analisis Kekeringan di DAS Sombe - Lewara Kabupaten Sigi

V.W Andiese^{*a}, S. Lipu^a, A. Setiawan^b, N.B. Rustiati^a, S.R. Oktavia^a, T. Amaliah^a dan I.F. Tandiseru^a

^aJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu, Indonesia, 94112

^bJurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu, Indonesia, 94112

* Corresponding author's e-mail: verawimandiese@gmail.com

Received: 5 June 2024; revised: 8 July 2024; accepted: 10 July 2024

Abstract: The level of drought and wetness is a standard in estimating conditions in an area that occur in the past, present, and future. By knowing the SPI value of an area, it can be known the drought distribution map which aims to handle drought disaster mitigation and adaptation. This research aims to see how much the level of drought, wetness, and normal conditions that occur in the Sombe Lewara Watershed, Sigi Regency so that prevention can be carried out and the basis for government policy-making in the event of a drought disaster. The method used in this research is the SPI (Standardized Precipitation Index) method which is commonly used to determine the deviation of rainfall from the norm, in a period (monthly, bi-monthly, quarterly, and so on). This method is one of the analysis methods of the many techniques to obtain the existing drought index. In this study, the data used is rainfall data for 19 years (2003 - 2021) obtained from Porame Rain Station. The rainfall data is then processed to obtain the SPI value in the Sombe Lewara watershed. For the calculation of SPI, the processed rainfall data is then transferred to the gamma distribution to obtain the SPI value. SPI-1 index (1.145) with moderately wet conditions, SPI-3 (0.640) with normal conditions, SPI-6 (-0.234) with normal conditions, SPI-9 (1.578) with dry conditions, and SPI-12 (1.017) with moderately dry conditions. From 2003 - 2021, the year that experienced the worst drought conditions was in 2014 in SPI-1 with an SPI value of -3.888 (very dry). After all SPI values are averaged, the standard SPI value of the Sombe Lewara Watershed is in normal conditions with a value of 0.829.

Keywords: *standardized precipitation index (SPI), droughtness index, gamma distribution, Sombe Lewara watershed*

Abstrak: Tingkat kekeringan dan kebasahan merupakan standar dalam memperkirakan kondisi pada suatu daerah yang terjadi pada masa sebelum, sekarang, maupun masa yang akan datang. Dengan mengetahui nilai SPI dari suatu daerah maka dapat diketahui peta sebaran kekeringan yang bertujuan untuk penanganan mitigasi dan adaptasi bencana kekeringan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat seberapa besar tingkat kekeringan, kebasahan, dan kondisi normal yang terjadi pada Daerah Aliran Sungai Sombe Lewara Kabupaten Sigi, sehingga dapat dilakukan pencegahan dan dasar pengambilan kebijakan pemerintah apabila terjadi bencana kekeringan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode SPI (*Standardized Precipitation Index*) yang biasa digunakan untuk untuk menentukan penyimpangan curah hujan terhadap normalnya, dalam suatu periode (bulanan, dua bulanan, tiga bulanan dan seterusnya). Metode ini merupakan salah satu metode analisis dari sekian metode untuk mendapatkan index kekeringan yang ada. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data curah hujan selama 19 tahun (2003 – 2021) yang diperoleh dari Stasiun Hujan Porame. Data curah hujan tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan nilai SPI pada DAS Sombe Lewara. Untuk perhitungan SPI dari data curah hujan yang telah diolah kemudian ditransfer ke distribusi gamma untuk mendapatkan nilai SPI. Indeks SPI-1 (1,145) dengan kondisi cukup basah, SPI-3 (0,640) dengan kondisi normal, SPI-6 (-0,234) dengan kondisi normal, SPI-9 (1,578) dengan kondisi kering, dan SPI-12 (1,017) dengan kondisi cukup kering. Dari tahun 2003 – 2021, tahun yang mengalami kondisi kekeringan terparah adalah pada tahun 2014 pada SPI-1 dengan nilai SPI -3,888 (*sangat kering*). Setelah semua nilai SPI dirata-ratakan maka standar nilai SPI dari Daerah Aliran Sungai Sombe Lewara berada pada kondisi normal dengan angka 0,829.

Kata kunci: *standardized precipitation index, index tingkat kekeringan, distribusi gamma, DAS Sombe Lewara*

1. Pendahuluan

Terjadinya kekeringan meteorologis merupakan tanda awal terjadinya kekeringan, sehingga perlu dilakukan analisis untuk mengetahui tingkat kekeringannya sehingga bisa dijadikan sebagai peringatan awal akan adanya kekeringan yang lebih jauh. Kekeringan juga bisa terjadi karena perubahan fungsi lahan yang banyak terjadi pada saat ini. Kurangnya lahan terbuka mengakibatkan air hujan yang jatuh tidak dapat terinfiltrasi guna mengisi cadangan air di tanah. Air hujan yang tidak meresap ke dalam tanah (infiltrasi) akan menjadi limpasan permukaan [1]. Salah satu metode yang digunakan dalam analisis kekeringan meteorologis ini adalah menggunakan metode SPI

(*Standardized Precipitation Index*) yang dikembangkan oleh McKee et al tahun 1993 [2]. SPI merupakan index yang digunakan untuk menentukan penyimpangan curah hujan terhadap normalnya, dalam suatu periode yang panjang (bulanan, dua bulanan, tiga bulanan, dan seterusnya) [3]. *Metode Standardized Precipitation Index* (SPI) ini telah banyak digunakan oleh peneliti untuk memprediksi dan memantau kekeringan pada suatu wilayah, yang kemudian dapat digunakan sebagai peringatan dini bencana kekeringan.

DAS Sombe Lewara merupakan cabang anak sungai yang berinduk di Sungai Palu. Dengan kondisi saat ini belum dapat dikatakan bahwa DAS

Sombe Lewara berada pada kondisi normalnya. Penyimpangan curah hujan terhadap kondisi normalnya memungkinkan banjir maupun kekeringan terjadi pada DAS Sombe Lewara. Pratama 2020 [4] melakukan penelitian tentang besarnya angkutan sedimen pada sungai Sombe Lewara, untuk studi tentang simulasi konservasi secara vegetatif yang bisa dilakukan dalam penanganan bahaya erosi di DAS dilakukan oleh Edison [5]. Studi tentang Indeks Kekeringan pada DAS Sombe Lewara belum pernah dilakukan dan diharapkan dapat memberikan informasi pada pihak terkait guna penerapan pola tanam dan penanggulangan bencana lain nya.

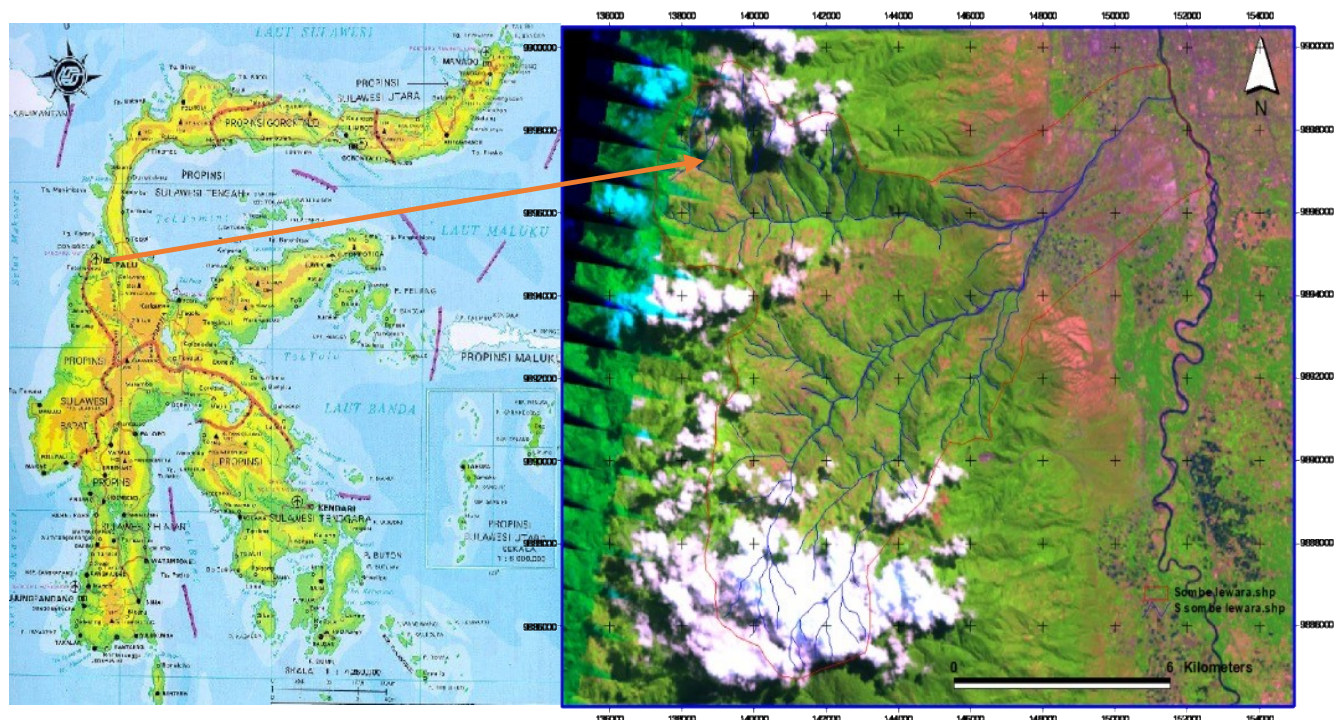
Beberapa penelitian yang telah dilakukan dengan metode SPI seperti Alfian Firdaus melakukan penelitian di DAS Kemuning untuk mengetahui tingkat kekeringan yang ada pada tahun 1998 hingga 2017 dengan metode SPI yang menghasilkan indeks kekeringan level sangat kering dengan angka sebesar -3,651 untuk periode defisit 1 bulan pada tahun 2004 [2]. Dewita (2022) di Sub DAS Kadalpang tahun 1999 – 2018 yang memperoleh indeks kekeringan sebesar -3,711 dengan periode defisit SPI-1 di tahun 2018 [6], Malini di DAS Bedadung pada tahun 1990 – 2019 menunjukkan kondisi DAS Bedadung berada pada kondisi sangat kering dengan indeks kekeringan -3,000 di tahun 2019 [7], dan juga penelitian menggunakan metode SPI digunakan oleh Khairani (2020) di DAS Rejoso tahun 1999 – 2018 yang memperoleh indeks kekeringan sangat kering yang terjadi di tahun 2001, 2007, 2014, 2015, dan 2016 [8].

Kondisi kekeringan pada DAS Sombe Lewara ini tidak dapat dipastikan hanya dengan melihat kondisi sungai, sehingga dibutuhkan analisa untuk mengetahui indeks kekeringan dengan menggunakan metode SPI. *Standardized Precipitation Index* dalam kurun waktu 2003 hingga 2021 berdasarkan data-data yang kemudian diolah untuk memberikan gambaran yang lebih tepat pada kondisi Daerah Aliran Sungai di setiap tahunnya. Sehingga apabila kondisi sungai berada pada kondisi tidak normal dapat dilakukan tindakan pencegahan sedini mungkin [9].

[13] **Metode Penelitian**

2.1. *Lokasi Penelitian*

Penelitian ini dilaksanakan di DAS Sombe Lewara yang terletak di Kecamatan Kinovaro, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah (Gambar 1). DAS Sombe Lewara merupakan DAS dengan luas daerah pengaliran kurang lebih 12 km² dengan topografi yang curam di bagian hulu dan agak mendatar di bagian hilirnya, khususnya di pertemuan dengan Sungai Palu. Air Sungai Sombe Lewara dimanfaatkan untuk mengairi sawah pada Daerah Irigasi Kekeloe seluas 150 Ha , kebutuhan air baku di beberapa desa di sepanjang sungai dan sebagai sumber air bagi tempat rekreasi pemandian Porame. Sehubungan dengan banyaknya penggunaan dari air Sungai Sombe Lewara ini maka informasi tentang Indeks Kekeringan pada DAS ini sangat penting untuk merencanakan dan mengantisipasi bencana kekeringan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2. *Data*

Data yang digunakan pada penelitian adalah data sekunder berupa data curah hujan bulanan yang diperoleh dari Stasiun Curah Hujan Porame. periode 2003 – 2021.

Peta Daerah Aliran Sungai Sombe Lewara yang berasal dari kantor Balai Wilayah Sungai Sulawesi III Palu.

2.2. Metode dan Tahapan Penelitian

Metode SPI digunakan dalam menganalisa kekeringan pada studi ini. Metode SPI digunakan karena hanya menggunakan data curah hujan sehingga lebih mudah digunakan dan dihitung [10]. Selain itu Metode SPI dapat digunakan dengan cara yang sama pada lokasi yang berbeda sehingga dapat membandingkan kekeringan pada daerah yang mempunyai iklim yang berbeda [11]. Metode SPI juga dapat dikalibrasi dengan data debit sungai, data hujan dan data klimatologi [12]. Dalam perhitungan SPI untuk suatu lokasi, dibutuhkan data curah hujan bulanan dengan periode waktu yang cukup panjang, menghitung data curah hujan yang terbagi atas periode defisit 1, 3, 6, 9 dan 12 bulan, menghitung nilai parameter bentuk (α) parameter skala (β) probabilitas kepadatan dan probabilitas kumulatif dengan sebaran gamma, dan mengklasifikasikan indeks tingkat kekeringan dengan metode SPI berdasarkan nilai SPI dengan tingkat kekeringannya, maka untuk mencocokkan data time series curah hujan secara klimatologi dengan baik, dipilih distribusi gamma. Distribusi ini didefinisikan dari frekuensinya atau fungsi probabilitas kepadatan (*probability density function*) [13].

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

Persamaan (1) untuk $x > 0$
dimana:

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

Perhitungan SPI meliputi pencocokan fungsi kepadatan probabilitas gamma terhadap distribusi frekuensi dari jumlah curah hujan untuk stasiun yang di tinjau. Nilai α dan β diestimasi untuk stasiun yang di tinjau dengan menggunakan rumus sebagai berikut [13]:

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

$$\beta = \frac{Xr}{\alpha} \quad (3)$$

dengan:

- Xr = curah hujan rata-rata (mm)
- x = jumlah curah hujan (mm)

karena fungsi gamma tidak terdefinisi $x = 0$, padahal distribusi curah hujan kemungkinan terdiri dari nol, maka probabilitas kumulatifnya menjadi [13] :

$$H(x) = q + (1 - q) G(x) \quad (4)$$

Dimana q adalah probabilitas dari nol. Perhitungan Z (SPI) dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$Z = S \frac{t - (c_2 \cdot t + c_1)t + c_0}{[(d_3 t + d_2)t + d_1]t + 1.0} \quad (5)$$

Jika $g(x) > 0,5$; $S = 1$, $g(x) < 0,5$; $S = -1$
 $c_0 = 2,515517$ dan $d_1 = 1,432788$

$$c_1 = 0,802853, \quad d_2 = 0,189269$$

$$c_2 = 0,010328, \quad d_3 = 0,001308$$

$$\text{dengan } t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(1-H(x))^2}\right)} \quad (6)$$

[13] Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemilihan Data Hujan dan Debit

Pada analisis ini perhitungan dimulai dari bulan Januari. Untuk data hujan 1 bulan diambil data bulan Januari tahun 2003-2021. Untuk data hujan 3 bulan diambil data dari bulan Januari – Maret dari tahun 2003 – 2021 yang kemudian data 3 bulan tersebut dijumlahkan untuk tiap tahunnya. Untuk data hujan 6 bulan diambil data dari bulan Januari – Juni dari tahun 2003-2021 yang kemudian data 6 bulan tersebut dijumlahkan untuk tiap tahunnya. Untuk data hujan 9 bulan diambil data dari bulan Januari – September dari tahun 2003 – 2021 yang kemudian dijumlahkan tiap tahunnya. Untuk data hujan 12 bulan diambil data dari bulan Januari – Desember dari tahun 2003 – 2021 yang kemudian data 12 bulan tersebut dijumlahkan setiap tahunnya. Data terpilih didasarkan pada data harian maksimum pada masing-masing tahun, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hujan periode defisit 1, 3, 6, 9, 12 bulan

Tahun	Data Curah Hujan (Bulan)				
	1	3	6	9	12
2003	49,0	288,5	442,1	669,7	907,1
2004	96,6	216,9	385,1	524,8	641,7
2005	63,5	167,3	591,1	727,6	1070,9
2006	22,4	225,3	403,5	510,7	661,1
2007	193,3	451,8	716,5	990,6	1184,5
2008	48,1	179,8	527,6	1088,8	1349,7
2009	27,3	166,8	357,8	462,4	626,0
2010	104,4	157,6	496,8	808,1	922,2
2011	62,8	275,8	516,5	807,7	1047,4
2012	81,9	244,1	447,3	827,8	1045,1
2013	68,1	174,7	401,0	822,3	1083,5
2014	179,4	261,7	449,7	711,7	937,5
2015	84,8	206,5	483,5	530,6	601,7
2016	59,2	194,1	343,7	343,7	344,7
2017	79,1	214,4	556,4	1039,4	1212,7
2018	28,1	171,2	459,2	637,7	1001,7
2019	65,4	148,6	496,8	552,6	699,0
2020	41,2	135,9	453,8	999,8	1515,0
2021	13,9	221,0	384,7	827,9	1083,4

Data hujan periode defisit 1, 3, 6, 9, 12 bulan dari tahun 2003 – 2021 pada satu stasiun, kemudian dihitung dengan sebaran gamma yang meliputi nilai parameter bentuk (α), parameter skala (β), probabilitas kepadatan dan probabilitas kumulatif yang kemudian diperoleh nilai SPI periode defisit 1, 3, 6, 9, dan 12 bulan yang dapat dilihat pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 2. SPI dengan data hujan 1 bulan menggunakan sebaran Gamma

Tahun	Curah Hujan (Xi)	(Xi -Xr)	(Xi-Xr) ²	a	β	G(x)	t	SPI	Ket
2003	49,00	49,00	2401,00	0,619	110,495	0,575	1,052	1,578	Basah
2004	96,60	96,60	9331,56	0,619	110,495	0,760	0,74	2,281	Sangat Basah
2005	63,50	63,50	4032,25	0,619	110,495	0,645	0,645	2,63	Sangat Basah
2006	22,40	22,40	501,76	0,619	110,495	0,639	1,381	-1,181	Cukup Kering
2007	193,30	193,30	37364,89	0,619	110,495	0,916	0,418	4,107	Sangat Basah
2008	48,10	48,10	2313,61	0,619	110,495	0,570	1,060	1,565	Basah
2009	27,30	27,30	745,29	0,619	110,495	0,429	1,300	-1,26	Cukup Kering
2010	104,40	104,40	10899,36	0,619	110,495	0,780	0,704	2,402	Sangat Basah
2011	62,80	62,80	3943,84	0,619	110,495	0,642	0,941	1,775	Basah
2012	81,90	81,90	6707,61	0,619	110,495	0,715	0,819	2,052	Basah
2013	68,10	68,10	4637,61	0,619	110,495	0,665	0,903	1,853	Basah
2014	179,40	179,40	32184,36	0,619	110,495	0,903	0,451	-3,800	Sangat Kering
2015	84,80	84,80	7191,04	0,619	110,495	0,725	0,802	1,174	Cukup Kering
2016	59,20	59,20	3504,64	0,619	110,495	0,626	0,967	1,052	Cukup Kering
2017	79,10	79,10	6256,81	0,619	110,495	0,706	0,834	2,014	Sangat Basah
2018	28,10	28,10	789,61	0,619	110,495	0,435	1,290	1,217	Cukup Kering
2019	65,40	65,40	4277,16	0,619	110,495	0,653	0,923	1,811	Basah
2020	41,20	41,20	1697,44	0,619	110,495	0,529	1,128	1,466	Basah
2021	13,90	13,90	193,21	0,619	110,495	0,295	1,652	-1,035	Cukup Kering
Jumlah	1368,5000		138973,050						
Xr	68,425	SI	86,953						

Data hujan dengan SPI 3 bulanan dengan sebaran Gamma dapat dilihat pada Tabel 3. Data hujan dengan SPI

6 dan bulanan dengan sebaran Gamma dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 3. SPI dengan data hujan 3 bulan menggunakan sebaran Gamma

Tahun	Curah Hujan (Xi)	(Xi -Xr)	(Xi-Xr) ²	a	β	G(x)	t	SPI	Ket
2003	288,50	72,605	5271,524	18,554	13,978	0,707	0,460	3,724	Sangat Basah
2004	216,90	1,005	1,011	18,554	13,978	0,252	1,108	1,494	Cukup Basah
2005	167,30	-48,595	2361,448	18,554	13,978	0,046	1,819	-0,876	Normal
2006	225,30	9,405	88,459	18,554	13,978	0,304	1,010	1,647	Basah
2007	451,80	235,905	55651,293	18,554	13,978	0,997	0,044	3,980	Sangat Basah
2008	179,80	-36,095	1302,830	18,554	13,978	0,080	1,618	-0,996	Normal
2009	166,80	-49,095	2410,293	18,554	13,978	0,045	1,828	-1,085	Cukup kering
2010	157,60	-58,295	3398,276	18,554	13,978	0,029	1,990	-0,794	Normal
2011	275,80	59,905	3588,641	18,554	13,978	0,635	0,547	3,117	Sangat Basah
2012	244,10	28,205	795,537	18,554	13,978	0,428	0,813	2,068	Sangat Basah
2013	174,70	-41,195	1697,006	18,554	13,978	0,065	1,696	-0,946	Normal
2014	261,70	45,805	2098,122	18,554	13,978	0,546	0,656	2,584	Sangat Basah
2015	206,50	-9,395	88,261	18,554	13,978	0,193	1,237	-1,329	Cukup kering
2016	194,10	-21,795	475,011	18,554	13,978	0,133	1,404	-1,161	Cukup kering
2017	214,40	-1,495	2,234	18,554	13,978	0,237	1,138	1,452	Basah
2018	171,20	-44,695	1997,620	18,554	13,978	0,056	1,756	-0,911	Normal
2019	148,60	-67,295	4528,582	18,554	13,978	0,017	2,155	-0,727	Normal
2020	135,90	-79,995	6399,158	18,554	13,978	0,007	2,408	-0,642	Normal
2021	221,00	5,105	26,064	18,554	13,978	0,277	1,060	1,565	Basah
Jumlah	8911,3		144049,43						
Xr	215,895	SI	50,121						

Tabel 4. SPI dengan data hujan 6 bulan menggunakan sebaran Gamma

Tahun	Curah Hujan (Xi)	(Xi -Xr)	(Xi-Xr) ²	a	β	G(x)	t	SPI	Ket
2003	442,1	-26,916	724,460	18,707	28,114	0,257	1,468	-1,106	Cukup Kering
2004	385,1	-83,916	7041,860	18,707	28,114	0,115	2,079	-0,756	Normal
2005	591,1	122,084	14904,554	18,707	28,114	0,723	0,805	2,089	Sangat Basah
2006	403,5	-65,516	4292,319	18,707	28,114	0,154	1,934	-0,819	Normal
2007	716,5	247,484	61248,434	18,707	28,114	0,931	0,378	4,552	Sangat Basah
2008	527,6	58,5842	3432,110	18,707	28,114	0,536	1,116	1,483	Basah
2009	357,8	-111,22	12368,952	18,707	28,114	0,069	2,312	-0,672	Normal
2010	496,8	27,7842	771,962	18,707	28,114	0,434	1,292	-1,269	Cukup Kering
2011	514,5	45,4842	2068,813	18,707	28,114	0,493	1,189	-1,386	Sangat Kering
2012	447,3	-21,716	471,576	18,707	28,114	0,273	1,611	-1,001	Sangat Kering
2013	401	-68,016	4626,148	18,707	28,114	0,148	1,954	-0,810	Normal
2014	449,7	-19,316	373,100	18,707	28,114	0,280	1,595	-1,011	Cukup Kering
2015	483,5	14,4842	209,792	18,707	28,114	0,389	1,374	-1,188	Cukup Kering
2016	343,7	-125,32	15704,047	18,707	28,114	0,051	2,439	-0,633	Normal
2017	556,4	87,3842	7636,000	18,707	28,114	0,627	0,966	1,726	Basah
2018	459,2	-9,8158	96,350	18,707	28,114	0,310	1,530	-1,058	Cukup Kering
2019	496,8	27,7842	771,962	18,707	28,114	0,434	1,292	-1,269	Cukup Kering
2020	453,8	-15,216	231,520	18,707	28,114	0,293	1,566	-1,032	Cukup Kering
2021	384,9	-84,116	7075,466	18,707	28,114	0,114	2,084	-0,754	Normal
Jumlah	8911,3		144049,43						
Xr	469,016	SI	80,027						

Tabel 5. SPI dengan data hujan 9 bulan menggunakan sebaran Gamma

Tahun	Curah Hujan (Xi)	(Xi -Xr)	(Xi-Xr) ²	a	β	G(x)	t	SPI	Ket
2003	669,7	-61,032	3724,854	17,815	41,017	0,389	1,374	-1,188	Cukup Kering
2004	524,8	-205,932	42407,815	17,815	41,017	0,107	2,114	-0,742	Normal
2005	727,6	-3,132	9,807	17,815	41,017	0,524	1,136	1,455	Basah
2006	510,7	-220,032	48413,896	17,815	41,017	0,089	2,199	-0,711	Normal
2007	996,6	259,868	67531,596	17,815	41,017	0,924	0,397	4,329	Sangat Basah
2008	1088,8	358,068	128212,994	17,815	41,017	0,97	0,246	7,043	Sangat Basah
2009	462,4	-268,332	72001,836	17,815	41,017	0,043	2,508	-0,613	Normal
2010	808,1	77,368	5985,873	17,815	41,017	0,695	0,853	4,427	Sangat Basah
2011	807,7	76,968	5924,138	17,815	41,017	0,694	0,854	1,964	Basah
2012	827,8	97,068	9422,278	17,815	41,017	0,731	0,791	2,128	Sangat Basah
2013	822,3	91,568	8384,776	17,815	41,017	0,721	0,808	2,081	Sangat Basah
2014	711,7	-19,032	362,201	17,815	41,017	0,487	1,199	-1,374	Cukup Kering
2015	530,6	-200,132	40052,649	17,815	41,017	0,115	2,079	-0,756	Normal
2016	343,7	-387,032	149793,443	17,815	41,017	0,003	3,408	-0,43	Normal
2017	1039,4	308,668	95276,194	17,815	41,017	0,951	0,316	5,463	Sangat Basah
2018	637,7	-93,032	8654,875	17,815	41,017	0,315	1,519	-1,066	Cukup Kering
2019	552,6	-178,132	31730,859	17,815	41,017	0,148	1,954	-0,81	Normal
2020	999,8	269,068	72397,815	17,815	41,017	0,93	0,38	4,527	Sangat Basah
2021	827,9	97,168	9441,702	17,815	41,017	0,731	0,791	2,128	Sangat Basah
Jumlah	13883,90		799729,601						
Xr	730,732	SI	173,123						

Tabel 6. SPI dengan data hujan 12 bulan menggunakan sebaran Gamma

Tahun	Curah Hujan (Xi)	(Xi -Xr)	(Xi-Xr) ²	a	β	G(x)	t	SPI	Ket
2003	907,1	-36,842	1357,341	17,598	53,636	0,466	1,235	-2,09	Sangat Kering
2004	641,7	-302,242	91350,29	17,598	53,636	0,075	2,276	-1,096	Cukup Kering
2005	1070,9	126,958	16118,307	17,598	53,636	0,732	0,789	1,403	Cukup Basah
2006	661,1	-282,842	79999,657	17,598	53,636	0,092	2,184	-0,716	Normal
2007	1184,5	240,558	57868,101	17,598	53,636	0,857	0,555	3,071	Sangat Basah
2008	1349,7	405,758	164639,469	17,598	53,636	0,953	0,31	5,57	Sangat Basah
2009	626	-317,942	101087,182	17,598	53,636	0,063	2,351	-0,659	Normal
2010	922,2	-21,742	472,719	17,598	53,636	0,493	1,189	-1,386	Cukup Kering
2011	1047,4	103,458	10703,536	17,598	53,636	0,7	0,844	1,989	Basah
2012	1045,1	101,158	10232,92	17,598	53,636	0,696	0,851	1,972	Basah
2013	1083,5	139,558	19476,406	17,598	53,636	0,749	0,76	2,218	Sangat Basah
2014	937,5	-6,442	41,501	17,598	53,636	0,52	1,143	1,445	Cukup Basah
2015	601,7	-342,242	117129,659	17,598	53,636	0,047	2,472	-0,623	Normal
2016	344,7	-599,242	359091,101	17,598	53,636	0,000	3,716	-0,388	Normal
2017	1212,7	268,758	72230,806	17,598	53,636	0,88	0,505	3,384	Sangat Basah
2018	1001,7	57,758	3335,974	17,598	53,636	0,63	0,961	1,736	Basah
2019	699	-244,942	59996,635	17,598	53,636	0,132	2,012	-0,784	Normal
2020	1515	571,058	326107,119	17,598	53,636	0,987	0,161	2,058	Sangat Basah
2021	1083,4	139,458	19448,504	17,598	53,636	0,749	0,76	2,218	Sangat Basah
Jumlah	17934,900		1510687,22						
Xr	943,942	SI	225,01						

Dalam analisis ini, nilai indeks dihitung berdasarkan data curah hujan dari tahun 2003 – 2021 (periode 19 tahun). Nilai indeks dihitung dari satu stasiun hujan dengan periode defisit SPI 1, 3, 6, 9, dan 12 bulan. Periode defisit tersebut ditinjau berdasarkan manfaat masing-masing. Nilai indeks

periode defisit SPI 1, 3, 6, 9, dan 12 bulan selama 19 tahun pengamatan sebelum diambil berdasarkan nilai indeks rata-ratanya diseleksi tiap tahun dari stasiun hujan yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Data hujan dengan tingkat kekeringan SPI

Tahun	SPI 1	SPI 3	SPI 6	SPI 9	SPI 12	Keterangan	
2003	1,578	3,724	-1,036	-1,188	-2,090	Cukup Kering (-1,00 s/d -1,49)	
2004	2,281	1,494	-1,106	-0,742	-1,096	Kering (-1,50 s/d -1,99)	
2005	2,630	-0,876	-0,756	1,455	1,403	Sangat Kering (≤-2,00)	
2006	-1,181	1,647	2,089	-0,711	-0,716		
2007	4,107	3,980	-0,819	4,329	3,071	Cukup Basah (1,00 s/d 1,49)	
2008	1,565	-0,996	4,552	7,043	5,570	Basah (1,50 s/d 1,99)	
2009	-1,260	-1,085	1,483	-0,613	-0,659	Sangat Basah (>2,00)	
2010	2,402	-0,794	-0,672	4,427	-1,386		
2011	1,775	3,117	-1,269	1,964	1,989	Normal (-0,99 s/d 0,99)	
2012	2,052	2,068	-1,386	2,128	1,972		
2013	1,853	-0,946	-1,001	2,081	2,218	Tidak Ada Data	
2014	-3,800	2,584	-0,810	-1,374	1,445		
2015	1,174	-1,329	-1,011	-0,756	-0,623		
2016	1,052	-1,161	-1,188	-0,430	-0,388		
2017	2,014	1,452	-0,633	5,463	3,384		
2018	1,271	-0,911	1,726	1,066	1,736		
2019	1,811	-0,727	-1,058	-0,810	-0,784		
2020	1,466	-0,642	-1,269	4,527	2,058		
2021	-1,035	1,565	-1,032	2,128	2,218		
Σ SPI	21,755	12,164	-4,440	29,987	19,322		
Rerata SPI	1,145	0,640	-0,234	1,578	1,017		

Pada SPI 1 bulanan kejadian kekeringan terbesar terjadi pada tahun 2014 dengan nilai SPI -3,800 (sangat kering), merupakan kondisi kekeringan yang paling kering dari penelitian ini selebihnya mayoritas basah. Kondisi terbasah terjadi pada tahun 2007 dengan nilai 4, 107. Pada penelitian Dwi Khairiani [8] yang dilakukan di Kab Pasuruan yang meliputi 19 desa di 5 (lima) kecamatan nilai SPI 1 bulanan terekstrim sebesar -3,03. Penentuan daerah yang terdampak bencana kekeringan sangat dipengaruhi oleh kesesuaian metode dan data yang digunakan. Dari informasi nilai SPI ini dapat membantu dalam penentuan musim tanam pada daerah pertanian [14]. Beberapa daerah pertanian dan perkebunan menggunakan nilai SPI 3 bulan untuk dasar penentuan awal pola tanam [15]. Pemilihan awal musim tanam dan jenis tanaman dan pemilihan varietas tanaman yang bisa di budidayakan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air hujan [16]. Karena penyebab kegagalan panen pada tanaman pangan di negara kita Indonesia adalah faktor kekeringan [16].

Untuk SPI 3 bulanan, ada 4 tahun mengalami kondisi cukup kering berkisar antara (-1,00 s/d -1,49) yaitu pada tahun 2009, 2015, 2016 dan dominannya mengalami kondisi normal. Nilai SPI 3 bulanan sangat sesuai untuk penegamatan pertumbuhan padi dan jagung (masuroh). Indeks Kekeringan pada suatu wilayah juga dapat dipengaruhi oleh tutupan lahan pada daerah tersebut [17]. Daerah dengan tutupan lahan hutan atau perkebunan dengan banyak vegetasi memiliki tingkat kekeringan yang lebih kecil [18]. Kekeringan terbagi menjadi tiga jenis yaitu kekeringan meteorologis, kekeringan hidrologis dan kekeringan pertanian. Kekeringan meteorologis berhubungan dengan tingkat curah hujan yang lebih kecil dari normal dalam satu musim, menyebabkan berkurangnya *Run Off* dan air tanah, serta meningkatnya evaporasi dan transpirasi. Kekeringan pertanian terjadi saat kandungan air dalam tanah tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan tanaman sehingga menyebabkan gagal panen. Kekeringan pertanian dapat juga disebabkan oleh kekeringan hidrologis karena

berkaitan dengan berkurangnya pasokan air permukaan dan air tanah [15].

Nilai SPI pada 6 bulan terdapat hampir 50% dari data mengalami kondisi yang cukup kering (-1,00 s/d -1,49) menurun menjadi 15 % dengan kondisi yang sama pada SPI 9 bulan. Hanya 17,789 % yang mengalami kekeringan pada SPI 9 bulanan dengan kondisi mayoritas sangat basah. Kondisi cukup kering terparah terjadi pada SPI 6 bulanan tahun 2012 dengan nilai -1,386. Nilai Indeks kekeringan SPI 6 pada daerah tropis memiliki kesesuaian dengan pola hujan musiman sehingga sering digunakan untuk memprediksi iklim selama 1 musim (6 bulan) [15]. Selain itu SPI 6 bulanan memiliki pola perubahan yang lebih jelas antara bulan kering dan bulan basah dibandingkan SPI 1 dan SPI 3 [15].

Kondisi “cukup kering” juga terjadi pada SPI 12 bulan pada tahun 2008 dengan nilai -2,090. Dari rata-rata nilai SPI 12 didapatkan kondisi cukup basah (1,00 s/d 1,49). Nilai Indeks kekeringan SPI 12 juga dilakukan di Kabupaten

Lumajang oleh Radiah mendapatkan nilai indeks -1,89, dengan kondisi sangat kering [19]. SPI 12 lebih sesuai digunakan pada sektor pertanian dan perkebunan. Nilai tingkat kekeringan metode SPI juga dapat menjadi masukan dalam penentuan debit rancangan sungai, karena nilai kekeringan dengan metode SPI sama baik kinerjanya dengan nilai kekeringan berdasarkan debit yaitu Indeks Kekeringan Hidrologis (IKH) [1]. Menurut *World Meteorological Organization* (WMO) nilai Indeks SOI juga dapat digunakan sebagai peramalan iklim pada rentang waktu tertentu [10]. Kekeringan dengan metode SPI menggunakan data Hujan sedangkan Indeks Kekeringan Hidrologis (IKH) menggunakan data debit. SPI sangat berguna dalam bidang pertanian dan perkebunan seperti dalam menentukan awal masa tanam dan jenis varietas yang akan ditanam, sedangkan pemakaian IKH banyak digunakan dalam pengelolaan sumber daya air dan mitigasi bencana kekeringan karena berkaitan dengan pasokan air permukaan dan air tanah [19].

[13] Kesimpulan

Analisis kekeringan telah dilakukan dengan data hujan periode 2003 – 2021 menggunakan Metode SPI dengan SPI 1, 3, 6, 9, dan 12 bulan. Hasil analisis menghasilkan nilai Indeks SPI-1 (1,145) dengan kondisi cukup basah, SPI-3 (0,640) dengan kondisi normal, SPI-6 (-0,234) dengan kondisi normal, SPI-9 (1,578) dengan kondisi kering, dan SPI-12 (1,017) dengan kondisi cukup kering. Dari tahun 2003 – 2021, tahun yang mengalami kondisi kekeringan terparah adalah pada tahun 2014 pada SPI-1 dengan nilai SPI -3,888 (sangat kering). Setelah semua nilai SPI dirata-ratakan maka standar nilai SPI dari Daerah Aliran Sungai Sombe Lewara berada pada kondisi normal dengan angka 0,829. Nilai Indeks kekeringan dengan metode SPI biasa digunakan dalam bidang pertanian dan perkebunan terutama dalam hal penentuan awal masa tanam dan jenis varietas yang akan ditanam.

Daftar Pustaka

- [1] R. Ardiputro, R.R.R. Hadiyani, and S. Setiono, “Prediksi Kekeringan dengan Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) Pada Daerah Aliran Sungai Wuryantoro Kabupaten Wonogiri”, *Matriks Tek. Sipil*, vol. 4, no. 2, p. 482, 2016.
- [2] A. Firdaus, D. Harisuseno, and E. Suhartanto, “Studi Analisa Kekeringan Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) dan *Palmer Drought Severity Index* (PDSI) di DAS Kemuning Kabupaten Sampang”, *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 1, no. 2, p. 535, 2021.
- [3] M. Svoboda, M. Hayes, and D. Wood, *Standardized Precipitation Index : User Guide*, Lincoln: University of Nebraska, 2012.
- [4] M.I. Pratama, “Angkutan Sedimen Menggunakan Metode Yang Pada Sungai Sombe, Palu, Sulawesi Tengah”, *Rekonstruksi Tadulako: Civil Engineering Journal on Research and Development*, vol. 2, no. 1, p. 33, 2021.

- [5] M. Bisri and E. Suhartanto, "Studi Teknologi Konservasi untuk Menurunkan Laju Erosi Pada Sub DAS Sombe Lewara Provinsi Sulawesi Tengah", *Jurnal Teknik Pengairan*, vol. 3, no. 2, p. 204, 2012.
- [6] M. Dewita, D. Harisuseno, and E. Suhartanto, "Analisis Kekeringan Meteorologi dengan Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) dan China Z Index (CZI) Di Sub DAS Kadalpang, Kabupaten Pasuruan", *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2022.
- [7] C. Malini, *Analisis Kekeringan Meteorologi Menggunakan Metode Standardized Precipitation Index di DAS Bedadung Kab. Jember*, Jember: Universitas Jember, 2021.
- [8] D. Khairani, D. Harisuseno, and E. Suhartanto, "Penerapan Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) dan *Effective Drought Index* (EDI) untuk Mengestimasi Kekeringan di DAS Rejoso Kabupaten Pasuruan", *Jurnal Mahasiswa. Jurusan Teknik Pengairan*, vol. 3, no. 2, p. 1, 2018.
- [9] I. Andika, *Penerapan Metode Standardized Precipitation Index (SPI) untuk Analisa Kekeringan di DAS Ngasinan Kabupaten Trenggalek*, Malang: Universitas Brawijaya, 2016.
- [10] Y. Pramudya and T. Onishi, "Assessment of the Standardized Precipitation Index (SPI) in Tegal City, Central Java, Indonesia," *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, vol. 129, p. 1, 2018.
- [11] M.J. Hayes, M.D. Svoboda, D.A. Wilhite, and O.V. Vanyarkho, "Monitoring the 1996 Drought Using the Standardized Precipitation Index", *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 80, no. 3, p. 429, 1999.
- [12] A.R. Muarifah, D. Harisuseno, and E. Suhartanto, "Studi Perbandingan Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) dan *Rainfall Anomaly Index* (RAI) untuk Mengestimasi Kekeringan pada DAS Welang", *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 1, no. 2, p. 489, 2021.
- [13] R.S. Swatika, *Analisa Indeks Kekeringan dengan Metode Standardized Precipitation Index (SPI) Pada Sub DAS Widias Kabupaten Nganjuk*, Malang: Universitas Brawijaya, 2014.
- [14] B. Tjahjono, B. Barus, And N.W. Darojati, "Hubungan Indeks Osilasi Selatan dan Indeks Curah Hujan terhadap Kejadian Kekeringan di Kabupaten Indramayu, Jawa Barat, Indonesia", *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan)*, vol. 1, no. 1, p. 64, 2017.
- [15] D. Masruroh and C. Bowo, "Analisis Indeks Kekeringan Metode Standardized Precipitation Index (Spi) Dan Pengaruhnya Terhadap Produktivitas Padi Dan Jagung", *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, vol. 9, no. 2, p. 277, 2022.
- [16] R. Widyastuti, "Pola Sebaran Kekeringan di Kecamatan Simpenan Menggunakan Metode SPI (Standardized Precipitation Index)", *Jurnal Geosaintek*, vol. 6, no. 1, p. 19, 2020.
- [17] B. Laurensz, F. Lawalata, and S.Y.J. Prasetyo, "Potensi Resiko Banjir dengan Menggunakan Citra Satelit (Studi kasus: Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara)", *Indonesian Journal of Computing and Modeling*, vol. 2, no. 1, p. 17, 2019.
- [18] D. Triatmoko, A. Susandi, M.A. Mustofa, and E.E.S. Makmur, *Using Standardized Precipitation Index Method for Identification Meteorological Drought in Pantura West Java Area*, Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2012.
- [19] R.U. Absari, G. Halik, and W.Y. Widiarti, "Analisis Indeks Kekeringan Meteorologis di Bagian Utara Kabupaten Lumajang", *Semesta Teknika*, vol. 24, no. 1, p. 10, 2021.