

## **Analisis Kekeringan dengan Metode Standardized Precipitation Index (SPI) di Kabupaten Bantul**

**Muhamad Taufik<sup>1</sup>, Agung Setiawan<sup>1</sup>, Fani Anggraeni<sup>1,\*</sup>**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo<sup>1</sup>

Email: [Fanggraeni212@gmail.com](mailto:Fanggraeni212@gmail.com)

**Abstrak.** Kekeringan di Kabupaten Bantul menyebabkan timbulnya dampak kekeringan sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sebaran kekeringannya. Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Progo dan DAS Opak di Kabupaten Bantul. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui tingkat keparahan kekeringan dan sebarannya sehingga bencana kekeringan dapat diminimalisir dampaknya dengan melihat lokasi yang beresiko terhadap kekeringan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) dengan menggunakan data curah hujan periode 18 tahun. Periode SPI yang digunakan adalah periode defisit 6 bulanan (SPI-6). Hasil perhitungan diplotkan dan dipetakan kedalam *Arcgis* dengan menggunakan data curah hujan, data titik koordinat stasiun hujan serta peta wilayah administrasi perbatasan Kabupaten Bantul untuk mengetahui sebaran kekeringannya. Analisis indeks sebaran kekeringan metode SPI pada DAS Progo dan DAS Opak Kabupaten Bantul menghasilkan indeks kekeringan terkecil yaitu -3,66 yang terjadi di bulan April Tahun 2010 pada Stasiun Hujan Karang Ploso yang berada di Kecamatan Piyungan. Hasil analisis peta sebaran kekeringan pada DAS Progo dan DAS Opak Kabupaten Bantul diperoleh hasil rerata bahwa semua wilayah di Kabupaten Bantul termasuk dalam kategori kekeringan normal sehingga tingkat kekeringannya rendah. Kekeringan tertinggi banyak terjadi pada bulan Juni dan bulan Juli akan tetapi kekeringan tidak terjadi pada Tahun 2017.

**Kata Kunci :** indeks kekeringan, curah hujan, *Standardized Precipitation Index*, tingkat kekeringan.

**Abstract.** Drought in Bantul Regency causes the impact of drought so research needs to be carried out to determine the distribution of drought. This research was conducted in the Progo River Watershed (DAS) and Opak Watershed in Bantul Regency. The aim of this research is to determine the severity of drought and its distribution so that the impact of drought disasters can be minimized by looking at locations that are at risk of drought. The method used in this research is the *Standardized Precipitation Index* (SPI) method using rainfall data for an 18 year period. The SPI period used is the 6-month deficit period (SPI-6). The calculation results were plotted and mapped into *Arcgis* using rainfall data, rain station coordinate data and a map of the border administrative area of Bantul Regency to determine the distribution of drought. Analysis of the drought distribution index using the SPI method in the Progo Watershed and Opak Watershed, Bantul Regency, produced the smallest drought index, namely -3.66, which occurred in April 2010 at the Karang Ploso Rain Station in Piyungan District. The results of the analysis of the drought distribution map in the Progo Watershed and Opak Watershed, Bantul Regency, showed that all areas in Bantul Regency were included in the normal drought category so that the level of drought was low. The highest drought occurs in June and July, but drought did not occur in 2017.

**Keyword :** drought index, rainfall, *Standardized Precipitation Index*, drought level.

## 1. Pendahuluan

Kekeringan merupakan kejadian bencana alam yang diakibatkan oleh defisit curah hujan dalam periode waktu tertentu yang menyebabkan tidak cukupnya ketersediaan air untuk kegiatan manusia dan lingkungan (Surmaini, 2016). Kabupaten Bantul adalah kabupaten di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang memiliki karakteristik geografis, geologis, hidrologis, dan demografis yang berpeluang menjadi penyebab bencana kekeringan (Sukmawati dan Utomo, 2021). Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bantul Tahun 2022 terdapat 5 kecamatan yang rawan terkena dampak kekeringan. Kekeringan di Kabupaten Bantul juga dapat menimbulkan dampak yang signifikan bagi sektor pertanian (Sukmawati dan Utomo, 2021). Oleh sebab itu, sangatlah penting untuk melakukan penelitian agar bencana kekeringan dapat di minimalisir sehingga dampaknya tidak terlalu besar bagi daerah yang terkena bencana tersebut dengan melihat sebaran lokasi yang beresiko terhadap kekeringan. Untuk mengetahui nilai dan tingkat kekeringan, perlu dilakukan analisa indeks kekeringan. Metode yang digunakan dalam menganalisa kekeringan yaitu Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI). Metode SPI merupakan metode yang dikembangkan oleh McKee dkk pada Tahun 1993 untuk menganalisis indeks kekeringan pada suatu daerah. Metode SPI merupakan model untuk mengukur kekurangan atau defisit curah hujan pada berbagai periode berdasarkan kondisi normalnya (Wigati dkk, 2020).

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dimana pengumpulan data, analisis dan perhitungannya berupa angka atau numerik. Penelitian dimulai dengan melakukan pengumpulan data yaitu data curah hujan rentang waktu 18 tahun (2003 – 2020), peta koordinat stasiun hujan dan peta administrasi perbatasan yang didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral (DPUPESDM) Yogyakarta dan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu Opak. Data curah hujan dilakukan perhitungan data curah hujan yang hilang apabila data yang didapatkan tidak lengkap dilanjutkan dengan uji konsistensi data. Setelah itu dilakukan perhitungan indeks kekeringan dengan Metode SPI defisit 6 bulanan (SPI-6) dan hasil analisis indeks kekeringan dipetakan menggunakan aplikasi *Arcgis* untuk menghasilkan sebaran kekeringan.

### 2.1 Indeks Kekeringan Metode SPI

SPI merupakan salah satu metode untuk menghitung indeks kekeringan dan untuk mengevaluasi tingkat kekeringan berdasarkan nilai klasifikasi tingkat kekeringannya (McKee et al, 1993). Metode SPI di desain untuk mengetahui secara kuantitatif defisit hujan dengan berbagai skala waktu, metode tersebut dihitung berdasarkan berbagai skala waktu seperti 3 atau 6 atau 9 atau 12 atau 24 atau 48 bulan (Wigati dkk, 2020). Metode SPI periode 6 bulanan menggambarkan kondisi kekeringan jangka pendek maupun menengah dan bermanfaat serta efektif dalam menunjukkan curah hujan pada musim yang berbeda sesuai untuk memprediksi iklim selama 1 musim di daerah tropis (Masruroh dan Bowo, 2022).

Klasifikasi nilai indeks kekeringan metode SPI dapat dilihat dalam Tabel 1.

**Tabel 1.**Klasifikasi Nilai SPI

Nilai	Klasifikasi
2,00	Amat Sangat Basah
1,50 – 1,99	Sangat Basah
1,00-1,49	Basah
(-0,99) - (0,99)	Normal
(-1,00) - (-1,49)	Kering
(-1,50) - (-1,99)	Sangat Kering
> (-2,00)	Amat Sangat Kering

Sumber: McKee et al.,1993

## 2.2 Geographic Information System (GIS)

GIS atau Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu teknologi atau sistem dengan basis komputer yang tujuan pembangunannya yakni dalam upaya pengumpulan, penyimpanan, pengolahan dan analisa, serta penyajian informasi dari sebuah fenomena ataupun objek yang berkaitandengan letak ataupun keberadaan di dunia ini (A Ekadinata et. al, 2008 dalam Rahmat, dkk. 2021). Aplikasi GIS dapat digunakan untuk berbagai kepentingan seperti perencanaan tata guna lahan, analisis daerah rawan bencana alam, perencanaan tata ruang wilayah, pemantauan pencemaran dan lainnya

Peta sebaran kekeringan dibuat setelah hasil nilai indeks kekeringan SPI didapatkan untuk mengetahui sebaran kekeringan meteorologis di daerah kajian. Peta indeks kekeringan SPI dibuat menggunakan *software Arcgis* dengan sistem aplikasi yang digunakan adalah *ArcMap* melalui interpolasi IDW (*Inverse Distance Weight*). Peta sebaran dibuat dari data indeks kekeringan SPI, peta administrasi lokasi kajian serta peta lokasi stasiun hujan. Analisis data spasial dilakukan dengan pemberian skor pada peta berdasarkan klasifikasi kelas nilai SPI yang didapatkan (Chairani dkk, 2022). Analisis dilakukan untuk mengetahui daerah mana saja yang mengalami kekeringan terparah selama waktu pengamatan 18 tahun. Analisis peta sebaran kekeringan dilakukan pada SPI periode defisit 6 bulanan.

## 3. Hasil Penelitian

### 3.1 Estimasi Data Curah Hujan yang Hilang

Data curah hujan dengan rentang waktu 18 tahun terakhir yaitu tahun 2003 – 2020 pada DAS Progo dan DAS Opak wilayah Kabupaten Bantul setelah dikelompokan, terdapat beberapa stasiun hujan yang mengalami kehilangan data curah hujan dapat dilihat dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Rekapitulasi Data Curah Hujan yang Hilang

No	Nama Stasiun Hujan	Data Curah Hujan yang Hilang	
		Bulan	Tahun
1.	Stasiun Terong	November - Desember	2009
		September	2016
		Januari- Desember	2010, 2011
2.	Stasiun Siluk	Desember	2009, 2017
3.	Stasiun Karang Ploso	November - Desember	2009
4.	Stasiun Sanden	Januari - Desember	2008, 2009
5.	Stasiun Bedugan	Januari - Desember	2010

Berdasarkan Tabel 2. Stasiun hujan yang hilang tersebut memerlukan adanya estimasi untuk mengisi data curah hujan yang kosong agar data curah hujan menjadi lengkap dan dapat digunakan untuk menganalisis indeks kekeringan. Estimasi data curah hujan yang hilang dalam penelitian menggunakan Metode *Reciprocal Method*. Metode Resiprokal merupakan metode untuk mencari data hujan yang hilang dengan mempertimbangkan data curah hujan dari stasiun hujan lainnya yang berada disekitarnya (Muliati dan Ihsan, 2020).

### 3.2 Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi data curah hujan dilakukan untuk memastikan data curah hujan yang didapat telah pangah atau telah konsisten dan siap digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Uji konsistensi data hujan yang digunakan yaitu metode Kurva Massa Ganda (*Double Mass Curve*). Kurva massa ganda adalah salah satu metode grafis untuk menguji konsistensi dan kesamaan jenis data curah hujan yang berasal dari stasiun hujan. Metode ini dilakukan dengan cara membandingkan kumulatif antara data hujan stasiun dengan kumulatif rerata data hujan stasiun lain, kemudian di plot pada sebuah grafik (Nuramalia dan Lasminto, 2022).

Rekapitulasi hasil uji konsistensi data curah hujan pada 9 Stasiun Hujan di DAS Progo dan DAS Opak Kabupaten Bantul dapat dilihat dalam Tabel 3.

**Tabel 3.** Rekapitulasi Hasil Perhitungan Uji Konsistensi Data ( $R^2$ )

No.	Stasiun Hujan	$R^2$
1	Karang Ploso	0,9984
2	Kalihojo	0,9989
3	Sanden	0,9827
4	Terong	0,9947
5	Pundong	0,9988
6	Siluk	0,9981
7	Pajangan	0,9972
8	Bedugan	0,9847
9	Nyemengan	0,9994

*Sumber: Hasil Perhitungan*

Berdasarkan Tabel 3. uji konsistensi data curah hujan pada 9 stasiun hujan di DAS Progo dan DAS Opak Kabupaten Bantul menghasilkan data yang konsisten yaitu nilai  $R^2$  mendekati 1 ( $R^2 \approx 1$ ) sehingga dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya dalam analisis kekeringan.

### 3.3 Analisis Indeks Kekeringan Metode SPI

Analisis indeks kekeringan pada penelitian ini menggunakan Metode SPI. Periode yang digunakan yaitu periode defisit 6 bulanan (SPI-6). Metode SPI periode defisit 6 bulanan (SPI-6) yaitu perbandingan curah hujan selama periode 6 bulan dengan curah hujan dari periode 6 bulan yang sama untuk semua tahun. Data curah hujan bulanan dimulai pada bulan ke-6 yaitu bulan Juni dan akumulasi data curah hujan dihitung setiap bulannya terhadap seri data hujan bulanan sebelumnya. Berikut contoh hasil perhitungan analisis indeks kekeringan SPI periode defisit 6 bulanan (SPI-6) beserta klasifikasinya :

**Tabel 4.** Indeks Kekeringan SPI-6 pada Stasiun Hujan Terong 2003-2020

Tahun (n)	Jan i=1	Feb i=2	Mar i=3	Apr i=4	Mei i=5	Juni i=6	Juli i=7	Agt i=8	Sep i=9	Okt i=10	Nov i=11	Des i=12
2003						0,19	0,18	-0,18	-0,63	-0,26	0,28	0,44
2004	0,57	0,46	0,28	0,15	-0,11	-0,29	-0,89	-1,28	-1,36	-0,52	0,01	0,24
2005	0,13	0,15	-0,01	-0,11	-0,22	-0,38	-0,43	-0,73	-0,54	-0,08	0,04	0,13
2006	0,35	0,51	0,75	0,79	1,15	1,17	1,24	1,28	1,07	0,43	-1,15	-0,36
2007	-0,51	-0,32	-0,18	0,23	0,46	0,56	0,90	1,07	1,45	0,54	0,70	1,36
2008	1,13	1,07	1,17	0,97	0,86	0,17	0,07	-0,15	-1,59	0,37	1,17	0,81
2009	0,24	-0,18	-0,54	-1,19	-2,60	-3,42	-3,52	-3,14	-1,57	-1,63	-1,03	-1,45
2010	-1,37	-1,49	-1,60	-1,60	-1,36	-1,02	-0,94	-0,56	0,66	1,18	0,46	0,01
2011	-0,04	0,09	-0,19	-0,18	-0,01	0,16	0,19	-0,08	0,18	-0,38	-0,46	-0,46
2012	0,20	0,61	0,75	0,85	0,95	1,13	1,03	0,62	0,17	-1,40	-0,15	0,09
2013	-0,26	-0,66	-0,92	-0,83	-0,64	-0,69	-0,40	0,18	1,11	1,06	-0,09	-1,41
2014	-1,56	-1,15	-1,13	-0,87	-0,70	-0,28	0,05	0,08	0,56	-0,06	0,12	-0,38
2015	-0,38	-0,01	0,48	0,75	0,80	1,01	1,29	1,32	0,71	-1,20	-0,48	-0,40
2016	-0,86	-1,18	-1,43	-1,51	-1,77	-2,19	-2,01	-1,60	0,63	1,72	1,68	1,86
2017	1,67	1,60	1,37	1,24	1,09	0,96	0,90	0,87	1,10	1,43	1,95	1,68
2018	1,91	1,92	1,82	1,81	1,41	1,51	1,14	0,95	0,64	-1,10	-1,56	-0,83
2019	-0,83	-1,09	-1,11	-1,21	-1,03	-1,27	-1,51	-1,27	-1,45	-2,29	-0,94	-0,66
2020	0,07	0,01	0,53	0,65	1,02	1,14	1,09	1,48	0,98	1,11	0,23	-0,10

Hasil perhitungan indeks kekeringan Metode SPI periode defisit 6 bulanan (SPI-6) pada Tabel 4 diklasifikasikan sebaran kekeringannya berdasarkan Tabel 1. Klasifikasi Nilai SPI. Klasifikasi sebaran kekeringan pada Stasiun Hujan Terong dapat dilihat dalam Tabel 5.

**Tabel 5.** Klasifikasi Indeks Sebaran Kekeringan Metode SPI-6 pada Stasiun Hujan Terong

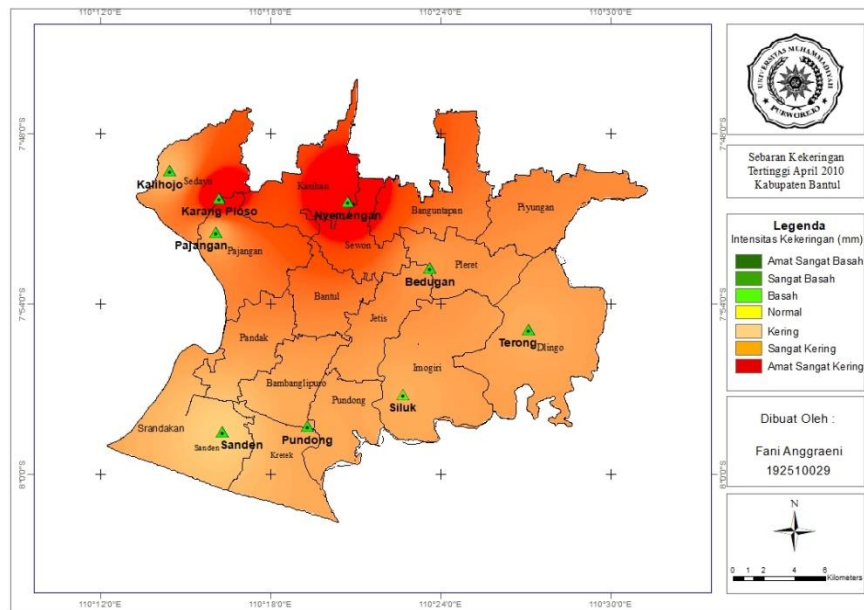
Tahun (n)	Jan i=1	Feb i=2	Mar i=3	Apr i=4	Mei i=5	Juni i=6	Juli i=7	Agt i=8	Sep i=9	Okt i=10	Nov i=11	Des i=12
2003						N	N	N	N	N	N	N
2004	N	N	N	N	N	N	N	K	K	N	N	N
2005	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2006	N	N	N	N	B	B	B	B	B	N	K	N
2007	N	N	N	N	N	N	N	B	B	N	N	B
2008	B	B	B	N	N	N	N	N	SK	N	B	N
2009	N	N	N	K	ASK	ASK	ASK	ASK	SK	SK	K	K
2010	K	K	SK	SK	K	K	N	N	N	B	N	N
2011	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2012	N	N	N	N	N	B	B	N	N	K	N	N
2013	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B	B	N
2014	SK	K	K	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2015	N	N	N	N	N	B	B	B	N	K	N	N
2016	N	K	K	SK	SK	ASK	ASK	SK	N	SB	SB	SB
2017	SB	SB	B	B	B	N	N	N	B	B	SB	SB
2018	SB	SB	SB	SB	B	SB	B	N	N	K	SK	N
2019	N	K	K	K	K	K	SK	K	K	ASK	N	N
2020	N	N	N	N	B	B	B	B	N	B	N	N

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5. dapat dilihat bahwa Stasiun Hujan Terong pada umumnya berada dalam kondisi normal. Kekeringan tertinggi terjadi pada bulan Juli 2009 dengan indeks kekeringan mencapai (-3,52) atau dalam kondisi Amat Sangat Kering sedangkan nilai indeks tertinggi terjadi pada bulan November 2017 dengan indeks kekeringan mencapai 1,95 dalam kondisi Sangat Basah. Kejadian “Normal” pada Stasiun Hujan Terong memiliki persentase 58,77%. Kejadian “Basah” memiliki persentase sebesar 15,17%, kejadian “Sangat Basah” dengan persentase 5,69%. Kejadian “Kering” dengan persentase 11,57%, kejadian “Sangat Kering” dengan persentase 5,09%. Kejadian “Amat Sangat Basah” dengan persentase 0%, dan kejadian “Amat Sangat Kering” dengan persentase 3,24%.

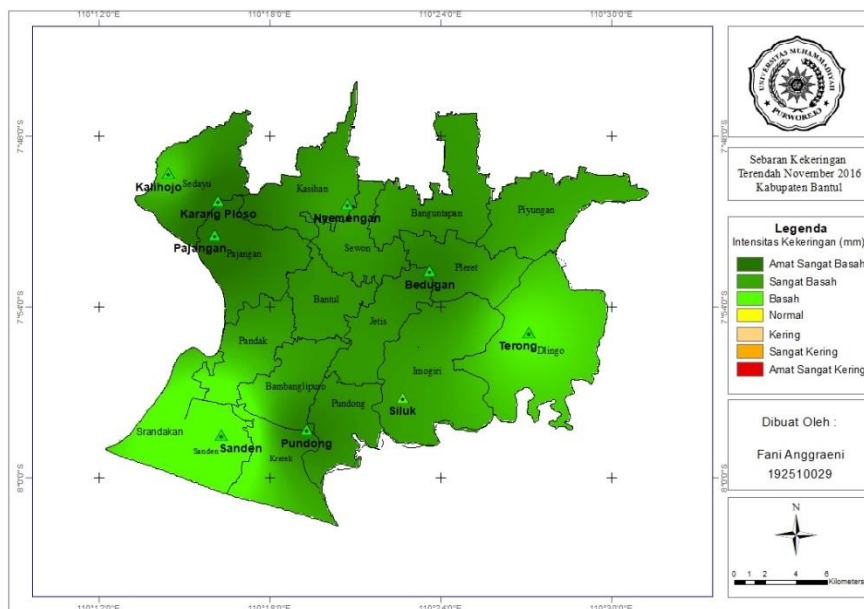
### 3.4 Peta sebaran kekeringan

Peta sebaran kekeringan tertinggi di DAS Progo dan DAS Opak Kabupaten Bantul dibuat berdasarkan bulan dengan kejadian “Amat Sangat Kering” terbanyak selama rentang waktu 18 tahun dan bulan dengan kejadian “Amat Sangat Basah” terbanyak untuk dijadikan sebagai peta sebaran kekeringan terendah. Sebaran kekeringan diimplementasikan ke dalam peta sebaran kekeringan dengan menggunakan bantuan *ArcGis*. Peta sebaran kekeringan dibuat untuk mengetahui daerah mana saja yang terdampak kekeringan. Sebaran kekeringan tertinggi dan terendah di Kabupaten Bantul dapat dilihat dalam Gambar 1 dan Gambar 2.



**Gambar 1.** Sebaran Kekeringan Tertinggi di Kabupaten Bantul

Berdasarkan Gambar 1 kekeringan tertinggi selama 18 tahun di Kabupaten Bantul paling banyak terjadi pada bulan April 2010 dimana semua wilayah mengalami kekeringan. Pada bulan ini, kekeringan di Kabupaten Bantul terjadi secara merata. Kekeringan tertinggi terjadi pada Stasiun Hujan Karang Ploso di Kecamatan Piyungan dan Stasiun Hujan Nyemengan yang berada di Kecamatan Kasihan dan mengenai Kecamatan Sewon, Kecamatan Sedayu dan sebagian Kecamatan Banguntapan dengan kondisi Amat Sangat Kering, sedangkan wilayah di Kabupaten Bantul lainnya berada pada kondisi kering.



**Gambar 2.** Sebaran Kekeringan Terendah di Kabupaten Bantul

Berdasarkan Gambar 2. Sebaran kekeringan terendah selama 18 tahun terakhir di Kabupaten Bantul dengan kondisi Amat Sangat Basah terbanyak terjadi pada bulan November 2016. Sebaran kekeringan terendah pada bulan ini terjadi secara merata pada seluruh wilayah di Kabupaten Bantul. Kondisi “Amat Sangat Basah” terjadi pada Stasiun Hujan Karang Ploso yang berada di Kecamatan Piyungan, Stasiun Hujan Pundong di Kecamatan Pundong dan sebagian Kecamatan Kretek, Stasiun Hujan Siluk di Kecamatan Imogiri, Stasiun Hujan Pajangan di Kecamatan Pajangan, dan Stasiun Hujan Bedugan Pleret. Kondisi “Basah” terjadi pada Stasiun Hujan Sanden yang berada di Kecamatan Sanden dan Kecamatan Srandakan, sedangkan Stasiun Hujan lainnya berada pada kondisi Sangat Basah.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis mengenai indeks sebaran kekeringan metode SPI yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Analisis indeks sebaran kekeringan metode SPI pada DAS Progo dan DAS Opak Kabupaten Bantul menghasilkan nilai rerata sebaran kekeringan didominasi dengan kejadian “Normal” dengan persentase 66,19%. Wilayah pada DAS Progo dan DAS Opak Kabupaten Bantul mengalami kejadian kekeringan tertinggi dengan nilai -3,66 yang terjadi di bulan April 2010 dengan kondisi Amat Sangat Kering pada Stasiun Hujan Karang Ploso yang berada di Kecamatan Piyungan.
2. Kekeringan yang terjadi di DAS Opak dan DAS Progo di Kabupaten Bantul termasuk dalam kategori kekeringan normal karena wilayah pada DAS tersebut mempunyai curah hujan mendekati normal atau mendekati rata – rata sehingga sehingga tingkat keparahan kekeringannya rendah.
3. Pemetaan sebaran kekeringan pertahun pada DAS Progo dan DAS Opak Kabupaten Bantul diperoleh hasil bahwa kekeringan tertinggi banyak terjadi pada bulan Juni dan bulan Juli akan tetapi kekeringan tidak terjadi pada tahun 2017.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral (DPUPESDM) Yogyakarta dan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu Opak atas kesempatan dan bantuan yang telah diberikan untuk mendapatkan informasi, penyediaan data baik lisan maupun tertulis, serta memberikan izin penelitian dalam menunjang penelitian. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

- Chairani, Z., Rusdi, M., & Basri, H. 2022. ‘Penilaian Sebaran Kekeringan Wilayah di Pesisir Timur Aceh Menggunakan Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) dan *Geographical Information System* (GIS)’. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(2), 637-646.
- Masruroh, D., & Bowo, C. 2022. Analisis Indeks Kekeringan Metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) dan Pengaruhnya Terhadap Produktivitas Padi dan Jagung. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 9(2), 277-284.
- McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. 1993. *The Relationship ff Drought Frequency and Duration to Time Scales*. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology* (Vol. 17, No. 22, pp. 179-183).
- Muliati, Y dan Ihsan M. (2020). Analisis Data Curah Hujan yang Hilang Dengan Menggunakan Metode Aljabar dan Resiprokal. *FTSP. Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional*.
- Nuramalia, R., & Lasminto, U. 2022. Keandalan Data Curah Hujan Satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) Terhadap Data Curah Hujan Stasiun Bumi pada Beberapa Sub DAS di DAS Brantas. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 20(2), 207-222.
- Pasoa, M.S. 2022. *Analisis Spesial Indeks Kekeringan Meteorologi di Kota Kupang dan Kabupaten Kupang*. Skripsi. Universitas Nusa Cendana.

- Rahmat, D. P., Antoni, D., & Suroyo, H. (2021). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Area Menggunakan Arcgis (Studi Kasus Lokasi Organisasi Masyarakat (Ormas) Keagamaan Di Kota Palembang). *Jurnal Nasional Ilmu Komputer*, 2(4), 257-267.
- Sukmawati, A. M. A., & Utomo, P. 2021. Analisis Risiko Kekeringan di Kabupaten Bantul Provinsi DI Yogyakarta. *Jurnal Planologi*, 18(2), 143-163.
- Surmaini, E. 2016. Pemantauan dan peringatan dini kekeringan pertanian di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 10(1), 37-50.
- Wigati, R., Soedarsono, S., Irsyad, A. F., Oktaviani, S., & Permadi, R. 2020. 'Analisis Potensi Kekeringan DAS Ciujung Provinsi Banten'. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 9(1).
- World Meteorological Organization. 2012. *Standardized Precipitation Index User Guide*. Switzerland: Publications Board World Meteorological Organization.