Analisis Tingkat Kekeringan Meteorologis Di Wilayah Sulawesi Selatan Menggunakan Metode Indeks Presipitasi Terstandarisasi (SPI)

[1]Nur Asia Utami, [2]Eko H Sujiono, [3]Pariabti Palloan
Universitas Negeri Makassar
Email: cheautami@gmail.com

Abstrak – Kekeringan adalah suatu kondisi yang ditandai dengan rendahnya ketersediaan air yang jauh di bawah kebutuhan air untuk kehidupan, pertanian, kegiatan ekonomi dan lingkungan. Kekeringan dikategorikan sebagai fenomena bencana alam yang kompleks dan terjadi perlahan-lahan, tidak diketahui pasti awal dan kapan bencana ini berakhir serta mengakibatkan dampak kerugian yang besar di berbagai sektor kehidupan. Salah satu metode dalam menganalisis indeks kekeringan meteorologis yaitu Indeks Presipitasi Terstandarisasi (SPI). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hujan bulanan dari 50 Pos Pengamatan BMKG di Sulawesi Selatan periode tahun 1999 – 2019. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kejadian kekeringan pada periode tahun 1999 – 2019 hampir selalu terjadi di setiap tahunnya dengan persentase kejadian 15.5%. Indeks kekeringan Amat Sangat Kering (ASK) yang ditandai dengan nilai Indeks lebih kecil sama dengan -2 terjadi hampir di seluruh Wilayah Sulawesi Selatan.

Kata kunci: Kekeringan Meteorologis, SPI

Abstract – Drought is a condition characterized by the low availability of water which is far below the water requirements for life, agriculture, economic activities and the environment. Drought is categorized as a natural disaster phenomenon that is complex and occurs slowly, it is not known exactly when this disaster ends and results in large losses in various sectors of life. One method of analyzing the meteorological drought index is the Standardized Precipitation Index (SPI). The data used in this study are monthly rainfall data from 50 BMKG Observation Posts in South Sulawesi period 1999 - 2019. The results show that the occurrence of drought in the period 1999 - 2019 almost always occurs every year with an incidence percentage of 15.5%. Very Very Dry Drought Index (ASK) which is indicated by a smaller index value equal to -2 occurs in almost all regions of South Sulawesi.

Keywords: Meteorogical drought, SPI

I. PENDAHULUAN

Kekeringan merupakan kondisi alam dimana terbatasnya ketersediaan air di atas permukaan dan di dalam tanah yang berpengaruh pada kegiatan pertanian maupun kegiatan sehari hari manusia [1]. Proses terjadinya kekeringan diawali dengan berkurangnya jumlah curah hujan di bawah normal dalam satu musim, kejadian ini disebut dengan kekeringan meteorologis.

Dokumen kajian risiko bencana Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2016-2020 menyatakan bahwa bencana kekeringan memiliki persentase tertinggi kedua setelah banjir yaitu 29,93%, dengan luasan wilayah potensi kekeringan berada pada kategori tinggi [2]. Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan upaya antara lain untuk memantau dan menganalisa kekeringan meteorologis sebagai langkah awal mitigasi bencana kekeringan. Untuk menggambarkan tingkat kekeringan atau derajat kekeringan di suatu daerah, diperlukan indeks yang mewakili suatu keadaan kekeringan tersebut. Indeks kekeringan yang umum digunakan antara lain Indeks Presipitasi Terstandarisasi (SPI).

SPI adalah suatu indeks yang diperoleh berdasarkan probabilitas curah hujan untuk setiap skala waktu. Metode SPI merupakan model untuk mengukur kekurangan/defisit curah hujan pada berbagai periode berdasarkan kondisi normalnya. Namun SPI bukanlah sebuah alat prediksi kekeringan. SPI membantu kita dalam memonitoring tingkat kekeringan maupun kebasahan pada suatu wilayah tertentu. Tujuan yang diharapkan dari analisis ini adalah mengetahui indeks dan sebaran kekeringan dalam sebuah peta spasial serta mengetahui tingkat keparahan kekeringan serta persentase kejadian kekeringan, sehingga dapat menjadi input bagi penyusunan model rencana antisipasi kekeringan di masa mendatang untuk wilayah Sulawesi Selatan.

II. LANDASAN TEORI (JIKA DIPERLUKAN)

A. Kekeringan

Definisi kekeringan telah dikemukakan oleh beberapa peneliti antara lain [3], kekeringan adalah kekurangan curah hujan dalam jangka waktu yang lama, dan berdampak buruk pada tumbuhan, hewan dan manusia. Kekeringan juga erat kaitannya dengan penurunan curah hujan, suhu udara di atas normal, kelembaban tanah rendah dan persediaan air permukaan tidak mencukupi. Kekeringan dapat diartikan dengan curah hujan yang sangat sedikit dalam kurun waktu yang sangat lama sehingga menimbulkan dampak material yang merugikan bagi makhluk hidup, terutama dalam pemenuhan kebutuhan air untuk berbagai keperluan.

Kekeringan dapat dikategorikan menjadi 3 jenis yaitu kekeringan meteorogis, kekeringan pertanian, dan kekeringan hidrologi [3].

1) Kekeringan meteorologi diartikan sebagai kekurangan curah hujan dari yang besaran normalnya atau besaran yang

diharapkan selama periode waktu tertentu. Tingkat kekeringan meteorologis dapat menggambarkan adanya indikasi pertama terjadinya kekeringan.

2) Kekeringan pertanian yaitu terjadi setelah kekeringan meteorologis. Kekeringan pertanian ditandai oleh penurunan kandungan air dalam tanah (lengas tanah) sehingga tidak mampu lagi memenuhi kebutuhan air bagi tanaman pada suatu periode tertentu.

3) Kekeringan hidrologi ditandai dengan adanya kekurangan pasokan air permukaan dan air tanah. Kekeringan hidrologis dapat dengan mudah diketahui dengan mengukur ketinggian muka air sungai, waduk, danau dan air tanah.

B. Metode perhitungan indeks kekeringan meteorologi

Beberapa metode perhitungan indeks kekeringan yang telah dilakukan sebelumnya antara lain [4] Percent of Normal, Reclamation Drought Indeks (RDI), Crop Moisture Index (CMI), Standardized Precipitation Index (SPI), Palmer Drought Severity Index, Theory of Run Surface Water Supply Index (WSI), Palmer Drought Severity Index (PDSI), dan Theory of Run. Indeks kekeringan ini diciptakan tergantung daerah penelitian, pengguna, proses, input dan output-nya dan sampai saat ini belum ada sebuah indeks kekeringan hidrologi yang berlaku secara universal. Penelitian ini menggunakan metode SPI sebagai indikator dalam memonitoring awal terjadinya kekeringan.

C. Indeks Presipitasi terstandarisasi (SPI)

Metode Indeks kekeringan SPI adalah indeks yang digunakan untuk menentukan penyimpangan curah hujan terhadap normalnya dalam satu periode yang panjang (bulanan, dua bulanan, tiga bulanan dan seterusnya). Dimana bila hujan yang turun mengecil akan mengakibatkan kandungan air dalam tanah dan debit aliran berkurang, menimbulkan SPI [5]. Metode SPI ini dikembangkan oleh McKee et al tahun 1993. Metode ini merupakan model untuk mengukur defisit curah hujan pada berbagai periode berdasarkan kondisi normalnya. Kekeringan terjadi pada waktu SPI secara berkesinambungan negatif dan mencapai intensitas kekeringan dengan SPI bernilai -1 atau kurang, sedangkan kekeringan akan berakhir apabila nilai SPI menjadi positif [1]. Kriteria nilai indeks kekeringan metode SPI diklasifikasikan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Nilai SPI

Nilai SPI	Klasifikasi
≥ 2.00	Amat sangat basah
1.50 s.d 1.99	Sangat basah
1.00 s.d 1,49	Cukup basah
-0.99 s.d 0.99	Normal
-1,00 s.d -1,49	Cukup kering
-1,50 s.d -1,99	Sangat Kering
≤ -2.00	Amat sangat kering

Perhitungan nilai SPI berdasarkan jumlah sebaran gamma yang didefinisikan sebagai fungsi frekuensi atau peluang kejadian sebagai berikut:

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

Nilai α dan β diestimasi untuk setiap stasiun hujan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

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

Dimana

$$A = ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (4)$$

n = jumlah data curah hujan dan

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

$$H(x) = q + (1-q)G(x) \quad (5)$$

Dimana q = m/n dengan m adalah jumlah kejadian hujan 0 mm dalam deret seri data hujan. Perhitungan nilai SPI untuk 0 < H(x) ≤ 0.5

$$Z = SPI = -\left(t - \frac{c_0+c_1t+c_2t^2}{1+d_1t+d_2t^2+d_3t^3}\right) \quad (6)$$

dan transfom gamma distribution : $t = \sqrt{ln\left[\frac{1}{(H(x))^2}\right]}$ (7)

Sedangkan untuk 0.5 < H(x) ≤ 1.0

$$Z = SPI = +\left(t - \frac{c_0+c_1t+c_2t^2}{1+d_1t+d_2t^2+d_3t^3}\right) \quad (8)$$

dan transfom gamma distribution : $t = \sqrt{ln\left[\frac{1}{(1-H(x))^2}\right]}$ (9)

dengan :

c0= 2.515517 d1= 1.432788
c1= 0.802853 d2= 0.189269
c2= 0.010328 d3= 0.001308

III. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini adalah Provinsi Sulawesi Selatan dengan data yang digunakan adalah curah hujan bulanan dari 50 Stasiun Pos Pengamatan Hujan BMKG periode tahun 1999 – 2019. Data hujan yang telah diuji validitasnya kemudian diolah mengikuti tahapan pelaksanaan perhitungan indeks kekeringan metode SPI menggunakan persamaan 1 sampai 9, juga dengan memanfaatkan *software SCOPIC.* Analisis indeks kekeringan dilakukan untuk periode defisit 3 bulanan.

Hasil perhitungan SPI yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk peta spasial dengan menggunakan bantuan *software* Arc GIS 10.2 menggunakan metode IDW untuk melihat sebaran kekeringan yang ada di Wilayah Sulawesi Selatan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Indeks Kekeringan

Hasil pengolahan indeks kekeringan SPI 3 bulanan didapatkan bahwa kejadian kekeringan umumnya hampir terjadi di seluruh wilayah stasiun pengamatan.

Tabel 2. Nilai Indeks Kekeringan Terparah di Sulawesi Selatan

Pos Hujan	SPI 3	Pos Hujan	SPI 3
Lamalaka	-3.4	Paotere	-2.2
Palanro	-2.4	Bantimurung	-4.1
Sumpang Binangae	-2.5	Batubassi	-2.6
Tanete Rilau	-2.8	Staklim	-2.7
Bengo	-3.1	Wara	-2.6
Lanca	-3.4	Marang	-3.3
Maccope	-2.6	Segeri	-2.8
Camming	-2.8	Bukit Harapan	-2.7
Kahu	-2.5	Awang-Awang	-2.7
Lamuru	-2.3	Langnga	-2.9
Batukaropa	-2.9	Todokkong	-2.2
Baraka	-2.2	Benteng	-2.5
Enrekang Kota	-3	Amparita	-2.4
Limbung	-3.6	Lanrang	-2.4
Malakaji	-2.4	Bikeru	-3.1
Pagentungan	-2.7	Malanroe	-2.5
Bendung	-1.9	Galesong	-3
Benteng	-2.9	Pattalassang	-2.2
Maleku	-2.8	Makale	-2.7
Wasuponda	-2.5	Anabanua	-2.8
Amasangen	-3.1	Manyili	-2.9
Masamba	-2.2	Belawa	-2.4
Bajo	-2.7	Sajoanging	-2.5
Biring Romang	-2.3	Siwa	-2.9
Hasanuddin	-3	Tanasitolo	-2.8

Nilai indeks kekeringan defisit 3 bulanan terparah terjadi pada bulan April tahun 2010 di Pos Hujan Bantimurung, Kabupaten Maros dengan indeks kekeringan sebesar -4.1. Lama kejadian kekeringan pada periode tersebut berlangsung selama 9 bulan dimulai pada bulan Agustus 2009 berlanjut sampai dengan puncaknya pada April 2010. Diikuti oleh Pos Hujan Limbung, Kabupaten Gowa dengan indeks kekeringan sebesar -3.6. Periode defisit 3 bulanan juga menunjukkan bahwa seluruh Wilayah Sulawesi Selatan pernah mengalami kejadian kekeringan dengan kategori amat sangat kering (ASK) meskipun tidak terjadi dalam periode waktu yang sama.

B. Sebaran Kekeringan

Analisis sebaran kekeringan dilakukan untuk melihat seberapa luas kejadian kekeringan yang terjadi di wilayah Sulawesi Selatan dalam periode waktu pencatatan data yaitu tahun 1999 sampai dengan 2019. Hasil analisis menunjukkan bahwa kekeringan terparah terjadi pada tahun 2019 dimana kekeringan dengan kategori Amat Sangat Kering terjadi merata hampir di seluruh wilayah Sulawesi selatan dengan frekuensi kejadian paling banyak dibandingkan tahun yang lain yaitu sebanyak 45 kejadian, yang kemudian diikuti tahun 2015 dengan jumlah kejadian 34. Dengan kata lain pada tahun 2019 dan 2015 hampir seluruh wilayah Sulawesi Selatan mengalami kondisi Amat Sangat Kering.

Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa kejadian kekeringan dari kategori Cukup kering (CK), Sangat Kering (SK) dan Amat Sangat Kering (ASK) pernah dialami hampir di seluruh Wilayah Sulawesi Selatan dengan frekuensi kejadian yang beragam.

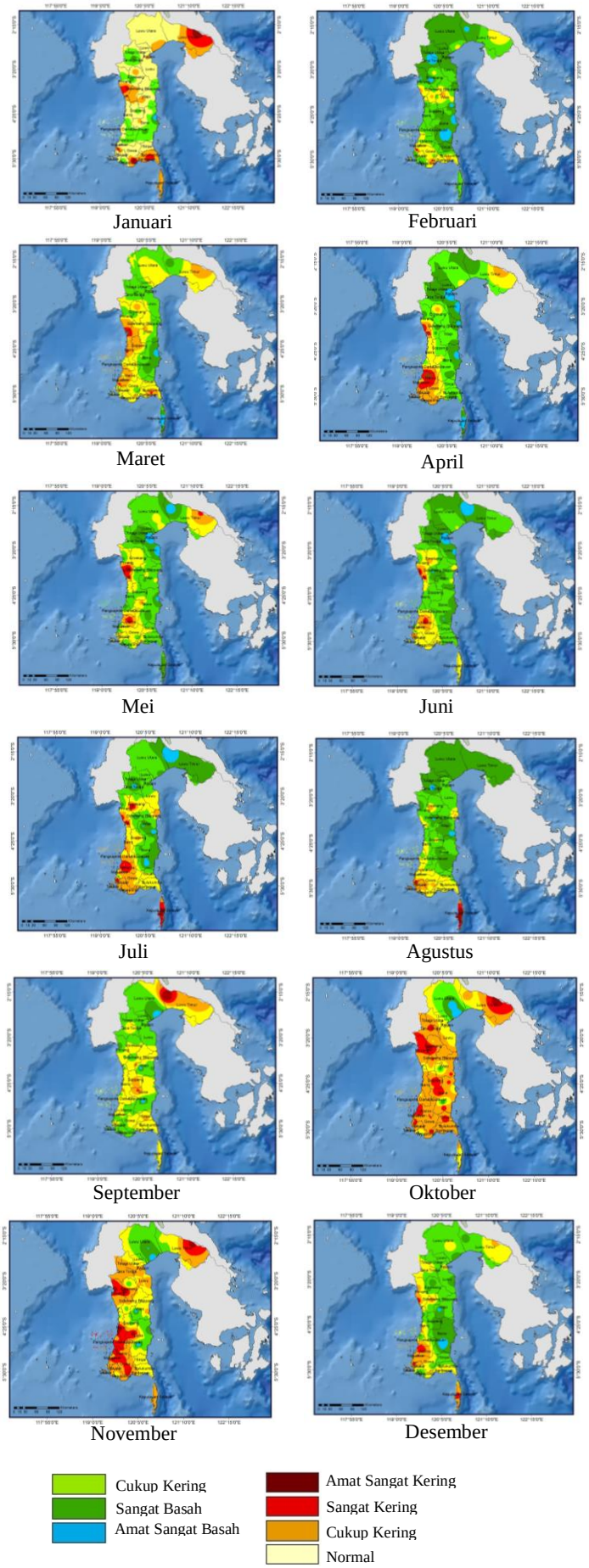
Tabel 3. Prosentasi Kejadian Kekeringan Tahun 1999-2019

Pos Hujan	ASK	SK	CK	Pos Hujan	ASK	SK	CK
Lamalaka	3.17	4.37	5.16	Paotere	1.59	3.97	9.52
Palanro	2.38	6.35	10.32	Bantimurung	2.78	3.57	6.35
Sumpang Binangae	1.19	5.95	11.90	Batubassi	2.78	3.97	9.13
Tanete Rilau	2.38	5.16	7.14	Staklim	2.78	3.57	9.92
Bengo	2.78	5.56	7.14	Wara	1.98	5.56	9.92
Lanca	1.98	4.37	9.92	Marang	5.16	3.17	4.37
Maccope	4.37	3.97	5.95	Segeri	1.98	5.56	7.94
Camming	3.97	6.75	5.56	Bukit Harapan	4.37	5.16	5.95
Kahu	3.17	5.16	9.92	Awang-Awang	1.19	4.37	11.11
Lamuru	0.79	5.16	9.13	Langnga	3.17	3.57	9.52
Batukaropa	3.97	5.16	6.75	Todokkong	2.78	5.16	7.94
Baraka	1.19	2.38	8.33	Benteng	1.98	7.14	6.35
Enrekang Kota	4.76	3.97	7.94	Amparita	1.98	7.14	5.56
Limbung	1.98	4.76	6.75	Lanrang	2.38	7.94	7.94
Malakaji	1.98	3.97	7.94	Bikeru	3.17	4.37	8.33
Pagentungan	3.17	1.59	8.73	Malanroe	0.79	3.97	12.70
Bendung	0.00	4.76	7.54	Galesong	3.17	3.97	5.56
Benteng	1.19	1.19	11.11	Pattalassang	1.59	4.37	8.73
Maleku	5.16	5.16	5.95	Makale	4.37	4.37	9.92
Wasuponda	1.59	5.56	7.14	Anabanua	3.57	4.37	9.92
Amasangen	1.19	4.76	8.73	Manyili	3.97	4.76	10.32
Masamba	1.59	5.56	8.73	Belawa	1.19	7.14	8.33
Bajo	1.59	2.78	7.94	Sajoanging	2.38	6.35	8.33
Biring Romang	2.38	2.78	9.13	Siwa	2.78	4.76	10.32
Hasanuddin	1.98	6.35	8.33	Tanasitolo	1.19	5.95	9.52

Frekuensi kekeringan kategori CK paling banyak terjadi di Pos Hujan Malanroe, Kabupaten Soppeng sebesar 12.70 %, frekuensi kekeringan kategori SK paling banyak terjadi di Pos Hujan Lanrang, Kabupaten Sidrap sebesar 7.94%, dan frekuensi kekeringan kategori ASK paling banyak terjadi di Pos Hujan Maleku, Kabupaten Luwu Timur, serta Pos Hujan Marang, Kabupaten Pangkep sebesar 5.16%. Hal yang cukup kontradiktif terjadi dimana wilayah Pos hujan Bendung, Kabupaten Jeneponto memiliki frekuensi kekeringan kategori ASK sebesar 0 % dimana wilayah tersebut adalah daerah yang kering dan kekurangan air. Hal ini terjadi karena perhitungan indeks kekeringan ini hanya menggunakan data hujan serta membandingkannya terhadap kejadian hujan normal di lokasi tersebut. Sehingga ketika hujan menurun dari kondisi normalnya, meskipun masih tercatat adanya hujan, bisa saja menghasilkan angka indeks yang mengecil atau terbaca sebagai kejadian kekeringan.

C. Peta Sebaran Kekeringan

Analisis Perhitungan indeks kekeringan dilakukan pada masing – masing bulan pada masing – masing tahun dan masing – masing stasiun hujan. Berdasarkan hasil SPI tersebut, maka dilakukan pengeplotan pada peta untuk penyajiannya secara visual, Pemetaan seharusnya dilakukan setiap bulan dan tiap tahun mengingat perubahan iklim juga terjadi setiap tahunnya. Berikut ini contoh peta SPI yang dihasilkan untuk bulan Januari sampai Desember tahun 2019. Pembuatan peta kekeringan SPI dilakukan dengan bantuan *software* Arc GIS 10.2.



Gambar 1. Peta Sebaran Kekeringan SPI 3 bulanan tahun 2019

Berdasarkan peta yang dihasilkan dari perhitungan nilai SPI 3 bulanan pada tahun 2019, dapat dilihat kejadian kekeringan pernah dialami seluruh wilayah yang ditandai penyebaran warna oranye, merah, dan merah tua yang selalu muncul secara bergantian di sepanjang tahun 2019 di seluruh Wilayah Sulawesi Selatan.

Kekeringan secara merata terjadi pada bulan Oktober dimana hampir seluruh wilayah mengalami kondisi Cukup Kering (CK) hingga Amat Sangat Kering (ASK), dengan indeks kekeringan lebih kecil sama dengan -1.0. Hal ini sedikit banyak diakibatkan oleh penurunan curah hujan secara signifikan jika dibandingkan dengan curah hujan bulan Oktober pada tahun-tahun sebelumnya.

V. KESIMPULAN

Evaluasi karakteristik kekeringan untuk Wilayah Sulawesi Selatan menggunakan metode SPI menunjukkan bahwa kejadian kekeringan pada periode tahun 1999 – 2019 hampir selalu terjadi di setiap tahunnya dengan persentase kejadian 15.5%. Indeks kekeringan Amat Sangat Kering (ASK) yang ditandai dengan nilai Indeks lebih kecil sama dengan -2 terjadi hampir di seluruh Wilayah Sulawesi Selatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada sdr Ramadhan atas bantuannya dalam pembuatan peta Arc GIS.

PUSTAKA

[1] Saidah, H., Budianto, M.B., dan Hanifah, L. 2017. Analisa Indeks dan Sebaran Kekeringan Menggunakan Metode Standardized Precipitation Index (SPI) dan Geographical Information System (GIS) untuk Pulau Lombok. Jurnal Spektran Vol 5, No 2. Universitas Mataram. Nusa Tenggara Barat

[2] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2015. Dokumen Kajian Resiko Bencana Provinsi Sulawesi Selatan Tahun 2016-2020.

[3] S. Mayasari, B., Sutapa, I W., dan Rusdin, A. 2017. Drought Index Analizes With Rainfall Patern Indicators Use SPI Method (Case Study Bangga Watershed). Int. Journal of Engineering Research and Application. University of Tadulako. Palu..

[4] Muliawan, H., Harisuseno, D., dan Suhartanto, E. 2015. Analisa Indeks Kekeringan Dengan Metode Standardized Precipitation Index (Spi) Dan Sebaran Kekeringan Dengan Geographic Information System (Gis) Pada Das Ngrowo. Sarjana thesis. Universitas Brawijaya. Malang.

[5] Utami, D., Hadiani.R.R., and Susilowati. 2013. Prediksi Kekeringan Berdasarkan *Standardized Precipitation Index* (SPI) pada Daerah Aliran Sungai Keduang di Kabupaten Wonogiri. E-Journal Civil engineering Matrix:221 -226. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.