

PERBANDINGAN HASIL KEKERINGAN METODE *THEORY OF RUN* DENGAN *RAINFALL ANOMALY INDEX* DI DAS PEKALEN KABUPATEN PROBOLINGGO

Ledib Aprilansi¹, Donny Harisuseno²

¹Mahasiswa Program Sarjana Teknik Jurusan Pengairan Universitas Brawijaya

²Dosen Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145 Indonesia

email: ledib.aprilansi@gmail.com

ABSTRAK : Kabupaten Probolinggo merupakan daerah yang mengalami kekeringan dalam 3 tahun terakhir. Analisis kekeringan dilakukan guna mengetahui tingkat kekeringan serta sebarannya. Metode yang digunakan adalah *Theory of Run* dan *Rainfall Anomaly Index* (RAI). Analisis kesesuaian metode dilakukan dengan perbandingan klasifikasi dan perbandingan pola. Data yang dibutuhkan adalah data curah hujan, data debit, peta batas DAS Pekalen, peta stasiun hujan, dan peta administrasi. Hasil analisis kekeringan dipetakan menggunakan ArcGIS 10.2.2. Metode *Theory of Run* menunjukkan durasi kekeringan terpanjang 18 bulan dan jumlah kekeringan terbesar 1747,86 mm. RAI menunjukkan indeks maksimum 8,18 dan indeks minimum -3,20. Analisis kesesuaian menunjukkan RAI lebih sesuai digunakan di DAS Pekalen karena memiliki persentase kesesuaian 52,08% untuk perbandingan klasifikasi serta 63,02% untuk perbandingan pola kekeringan. Selama 20 tahun (1998-2017), rata-rata kekeringan terjadi pada 41 desa pada bulan Juli, Agustus, dan September.

Kata kunci: kekeringan, *theory of run*, *rainfall anomaly index*, debit, sebaran kekeringan

ABSTRACT : Probolinggo Regency is a region experienced drought during the last 3 years. Drought analysis is performed in order to have information about level of drought and its distribution. Drought analysis method will be used are *Theory of Run* and *Rainfall Anomaly Index* (RAI). Analysis of conformity is conducted by comparing drought classification and comparing the index fluctuation. Rainfall data, discharge data, river basin map, rain gauge map, and Probolinggo Regency map are needed. The result of drought analysis will be mapped using ArcGIS 10.2.2. *Theory of Run* shows the longest duration of drought was 18 months and the greatest quantity of drought was 1747,86 mm. RAI shows the maximum index was 8,18 and -3,20 as the minimum index. Analysis of conformity indicates that RAI is more suitable for drought analysis in the Pekalen River Basin with 52,08% of conformity for comparison of drought classification and 63,02% of conformity for comparison of drought index fluctuation. During 20 years (1998-2017), severe drought came about at 41 villages in average in July, August, and September.

Keywords: drought, *theory of run*, *rainfall anomaly index*, discharge, drought distribution

PENDAHULUAN

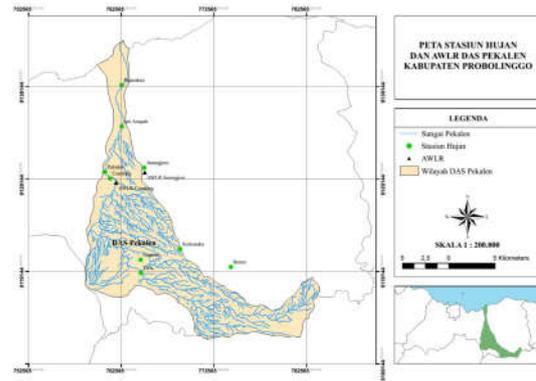
Kekeringan merupakan bencana yang berhubungan dengan cuaca. Berdasarkan perubahan waktu yang lambat, kekeringan merupakan fenomena berulang yang mempengaruhi berbagai macam sektor (Farajzadeh *et al.*, 2008,p.2). Kekeringan ini terjadi di berbagai daerah di dunia, salah satunya yaitu Kabupaten Probolinggo, suatu

daerah di Provinsi Jawa Timur yang sering mengalami kekeringan. Kekeringan yang terjadi di daerah tersebut termasuk kekeringan meteorologi. Tahun 2015, terdapat 40 desa di 11 kecamatan yang berpotensi mengalami krisis air bersih. Di tahun 2016 tercatat 3 desa di Kecamatan Tiris yang mengalami kekeringan. Selanjutnya pada tahun 2017, 8 kecamatan yang mengalami

kekeringan kritis. Analisis kekeringan dilakukan guna mengetahui tingkat kekeringan serta sebarannya sehingga pencegahan maupun penanggulangan dapat dilakukan secara efisien.

Beberapa studi sebelumnya telah dilakukan untuk mengetahui indeks kekeringan di berbagai daerah. Seperti studi yang telah dilakukan oleh Farajzadeh *et al.* (2008,p.7) yang melakukan perbandingan empat metode analisis kekeringan di DAS Ghare Aghaj, Iran. Dari hasil studi tersebut dapat diketahui bahwa *Method of Decile* (DPI) merupakan metode yang sesuai digunakan di daerah studi berdasarkan nilai *r* koefisien Spearman tertinggi. Yuan *et al.* (2016,p.179) menggunakan metode *Standardized Precipitation Index* (SPI) dan *Standardized Evapotranspiration Precipitation Index* (SPEI) yang dilakukan di Amerika Serikat. Hasil studi tersebut menunjukkan bahwa setiap metode memiliki *Mean Average Error* (MAE) yang berbeda untuk setiap daerah di lokasi studi dan metode SPEI lebih sesuai digunakan karena memiliki nilai *error* yang lebih kecil. Haied *et al.* (2017,p.528) juga telah melakukan analisis kekeringan di DAS Wadi Djelfa-Hadjia, Algeria. Studi tersebut menunjukkan bahwa Metode SPI dan *Reconnaissance Drought Index* (RDI) cocok digunakan di daerah studi. Metode *Standard Index Annual Precipitation* (SIAP), *Decile Index* (DI), dan *Rainfall Anomaly Index* (RAI) menjadi metode dengan peringkat tertinggi berdasarkan kemampuannya dalam mengidentifikasi kekeringan berat di daerah Iran, tepatnya di daerah Barat Laut dan Tengah (Najjar & Ramandi, 2015,p.142).

Studi ini bertujuan untuk membandingkan hasil analisis kekeringan metode *Theory of Run* dan RAI di DAS Pekalen, Kabupaten Probolinggo. Kedua metode ini akan dibandingkan berdasarkan nilai persentase kesesuaiannya terhadap data debit *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) agar dapat diketahui metode mana yang sesuai dengan keadaan riil di daerah studi. Studi ini juga mencoba untuk menganalisis sebaran kekeringan secara administrasi pernah dilakukan pada studi-studi sebelumnya. Diharapkan studi ini dapat dijadikan referensi dalam penanganan maupun pencegahan bencana kekeringan di Kabupaten Probolinggo.



Gambar 1. Peta Stasiun Hujan dan AWLR DAS Pekalen

Sumber: UPT PSAWS di Pasuruan (2017)

BAHAN DAN METODE

Lokasi Studi

Lokasi studi terletak di DAS Pekalen yang terletak di Kabupaten Probolinggo, Provinsi Jawa Timur. DAS Pekalen memiliki luas 207,92 km², 9 stasiun hujan (Stasiun Kertosuko, Segaran, Tiris, Bermi, Condong, Jurangjero, Pekalen, Jati Ampuh, dan Pajarakan) dan 2 stasiun AWLR (Stasiun AWLR Condong dan Stasiun AWLR Jurangjero) seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Sungai Pekalen melintasi 48 desa yang tersebar di 9 kecamatan, antara lain Kecamatan Bangsalsari, Kecamatan Gading, Kecamatan Kraksaan, Kecamatan Krucil, Kecamatan Maron, Kecamatan Pajarakan, Kecamatan Sumberbaru, Kecamatan Tanggul, dan Kecamatan Tiris.

Data

Data yang dibutuhkan pada studi ini antara lain:

- 1) Data curah hujan selama 20 tahun (1998-2017),
- 2) Data debit *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) 16 tahun (2002-2017),
- 3) Peta batas DAS Pekalen,
- 4) Peta lokasi stasiun hujan, dan
- 5) Peta administrasi Kabupaten Probolinggo.

Metode Analisis

Analisis kekeringan menggunakan metode *Theory of Run* dan *Rainfall Anomaly Index* (RAI). Dari kedua analisis tersebut, akan dipilih satu metode yang sesuai dengan klasifikasi dan pola debit di daerah studi. Analisis kesesuaian metode dilakukan dengan dua cara, yaitu membandingkan

klasifikasi kekeringan dengan klasifikasi debit dan membandingkan pola indeks kekeringan dengan pola debit. Dari kedua metode analisis kekeringan tersebut akan dipilih satu metode analisis kekeringan dengan persentase kesesuaian yang lebih besar. Hasil analisis kekeringan dengan metode yang telah dipilih akan dipetakan sebarannya menggunakan software ArcGIS 10.2.2 metode interpolasi *Inversed Distance Weighted* (IDW). Selanjutnya akan dilakukan *overlay* peta sebaran kekeringan dengan peta administrasi Kabupaten Probolinggo sehingga dapat diketahui nama administrasi desa yang mengalami kekeringan paling parah serta bulan-bulan tertentu terjadinya kekeringan parah..

Kekeringan

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2017) mendefinisikan kekeringan sebagai keadaan dimana ketersediaan air yang jauh di bawah kebutuhan air untuk kebutuhan hidup, pertanian, kegiatan ekonomi dan lingkungan. Terdapat beberapa jenis kekeringan, antara lain: kekeringan meteorologis, kekeringan pertanian, kekeringan hidrologis, dan kekeringan sosio-ekonomi.

Kekeringan Meteorologi

Kekeringan meteorologi didefinisikan sebagai kekurangan hujan dari nilai normal atau diharapkan selama periode waktu tertentu. Perhitungan tingkat kekeringan meteorologis merupakan indikasi pertama terjadinya kondisi kekeringan. Berikut ini merupakan klasifikasi kekeringan meteorologis menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika atau BMKG (dalam Sonjaya, 2007,p.2).

- Kering, apabila curah hujan antara 70%-85% dari kondisi normal (curah hujan di bawah normal)
- Sangat Kering, apabila curah hujan antara 50%-70% dari kondisi normal (curah hujan jauh di bawah normal)
- Amat Sangat Kering, apabila curah hujan di bawah 50% dari kondisi normal (curah hujan amat jauh di bawah normal)

Kekeringan Hidrologis

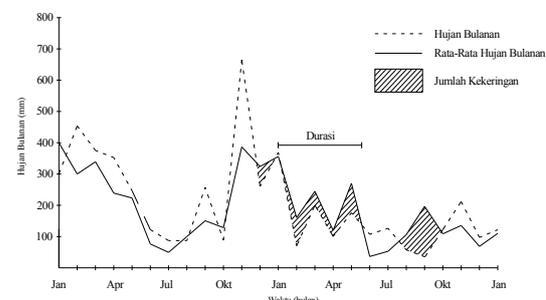
Kekeringan hidrologis didefinisikan sebagai kekurangan pasokan air dan air tanah

dalam bentuk air danau dan waduk, aliran sungai, dan muka air tanah. Kekeringan hidrologis diukur dari ketinggian muka air sungai, waduk, danau, dan air tanah. BMKG (dalam Sonjaya, 2007,p.3) menyebutkan bahwa terdapat tiga klasifikasi kekeringan hidrologis antara lain:

- Kering, apabila debit air sungai di bawah debit dengan keandalan 5 tahunan.
- Sangat Kering, apabila debit air sungai di bawah debit dengan keandalan 25 tahunan.
- Amat Sangat Kering, apabila debit air sungai di bawah debit dengan keandalan 50 tahunan.

Theory of Run

Theory of Run merupakan salah satu metode analisis kekeringan dengan menunjukkan perbandingan panjang defisit air dan jumlah defisit air. Metode ini pertama kali dikembangkan oleh Yjevich pada Agustus 1967, pada tahun 2004 Departemen Pekerjaan Umum membuat pedoman perhitungan indeks kekeringan menggunakan *Theory of Run*. Metode ini bertujuan untuk melakukan perhitungan indeks kekeringan berupa durasi kekeringan terpanjang (dalam satuan bulan) dan jumlah kekeringan yang terbesar (dalam satuan mm) pada lokasi stasiun hujan yang tersebar di suatu wilayah. Prinsip perhitungan kekeringan metode *Theory of Run* mengikuti proses peubah tunggal (*univariate*). Gambar 2 merupakan ilustrasi dari seri data, $X(t, m)$, dari peubah hidrologi dalam hal ini bulan m dan tahun ke- t .



Gambar 2. Durasi dan Jumlah Defisit Pos Bojong (23) Pekalongan

Sumber: Yjevich et al dalam Oktaviani (2015,p.18).

Pengertian baru yang timbul akibat perpotongan tersebut menghasilkan peubah seperti:

- 1) Bagian yang berada di atas garis normal (*run positive*), $D(t, m)$, disebut surplus
- 2) Bagian yang berada di bawah garis normal (*run negative*) disebut defisit
 - a) Jumlah bagian yang mengalami defisit berkesinambungan disebut jumlah kekeringan dengan satuan mm
 - b) Lama atau durasi terjadi pada bagian defisit yang berkesinambungan disebut durasi kekeringan dengan satuan bulan

Setelah nilai pemetaan ditentukan, dari seri data hujan dapat dibentuk dua seri data baru yaitu durasi kekeringan, L_n , dan jumlah kekeringan D_n (Gambar 2).

Jika $Y(m) < X(t, m)$, maka $D(t, m) = X(t, m) - Y(m)$

Jumlah kekeringan:

$$D_n = \sum_{m=1}^i D(t, m) A(t, m) \dots\dots\dots (1)$$

Durasi kekeringan:

$$L_n = \sum_{m=1}^i A(t, m) \dots\dots\dots (2)$$

Dengan:

$A(t, m)$: indikator defisit atau surplus.

Indikator bernilai 0 jika $Y(m) \geq X(t, m)$ dan bernilai 1 jika $Y(m) < X(t, m)$

m : bulan ke- m

t : tahun ke- t

$Y(m)$: pemetaan bulan m

$X(t, m)$: seri data hujan bulanan bulan m tahun t

D_n : jumlah kekeringan dari bulan ke m sampai ke $m=i$ (mm)

L_n : durasi kekeringan dari bulan ke m sampai ke $m=i$ (bulan)

Run sebagai ciri statistik dari suatu seri data, menggambarkan indeks kekeringan. Panjang *run* negatif menunjukkan lamanya kekeringan. Jumlah *run* negatif menunjukkan kekurangan air. Durasi kekeringan terpanjang maupun jumlah kekeringan terbesar selama t tahun mencerminkan tingkat keparahan kekeringan.

Rainfall Anomaly Index (RAI)

Metode *Rainfall Anomaly Index* (RAI) dirintis oleh van Rooy pada tahun 1960-an. Basis dari metode RAI adalah menghitung deviasi curah hujan dari nilai curah hujan reratanya. Metode ini memiliki keunggulan dapat menganalisis indeks kekeringan hanya dengan *single input*, yaitu curah hujan dan hasil analisis dapat disajikan dalam bentuk indeks kekeringan bulanan, musiman, dan tahunan (WMO, 2016). Langkah-langkah perhitungan RAI adalah sebagai berikut.

1. Menghitung nilai curah hujan rerata pada stasiun hujan yang diinginkan (\bar{P}).
2. Menghitung nilai rerata dari 10 curah hujan terbesar (m).
3. Menghitung nilai rerata dari 10 curah hujan terkecil (x).
4. Membandingkan data hujan (P) dengan nilai curah hujan rerata (\bar{P}). Jika nilai $P > \bar{P}$ maka anomali bernilai positif sehingga dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$RAI = 3 \left(\frac{P - \bar{P}}{m - \bar{P}} \right) \dots\dots\dots (3)$$

5. Jika nilai $P < \bar{P}$, maka anomali bernilai negatif sehingga RAI dapat dihitung dengan persamaan:

$$RAI = -3 \left(\frac{P - \bar{P}}{x - \bar{P}} \right) \dots\dots\dots (4)$$

Tabel 1 merupakan klasifikasi tingkat kekeringan Metode *Rainfall Anomaly Index* (RAI) menurut Najjar dan Ramandi (2015,p.136). Dapat dilihat bahwa terdapat 9 klasifikasi kekeringan berdasarkan nilai indeks kekeringan.

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Kekeringan Metode *Rainfall Anomaly Index* (RAI)

Tingkat Klasifikasi Kekeringan	Nilai Indeks Kekeringan
Amat Sangat Basah	> 3
Sangat Basah	2,1 s/d 3
Basah	1,2 s/d 2,1
Agak Basah	0,3 s/d 1,2
Normal	-0,3 s/d 0,3
Agak Kering	-1,2 s/d -0,3
Kering	-2,1 s/d -1,2
Sangat Kering	-3 s/d -2,1
Amat Sangat Kering	< -3

Sumber: Najjar & Ramandi (2015,p.136).

Inversed Distance Weighted (IDW)

Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) merupakan metode deterministik sederhana dengan mempertimbangkan titik di sekitarnya. Metode ini memiliki asumsi bahwa nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (*weight*) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel. Metode IDW biasanya digunakan dalam industri pertambangan karena mudah untuk digunakan. Pemilihan nilai pada *power* sangat mempengaruhi hasil interpolasi IDW. Nilai *power* yang tinggi dapat memberikan hasil seperti menggunakan interpolasi *nearest neighbor* dimana nilai yang didapatkan merupakan nilai dari data *point* terdekat.

Kerugian dari metode IDW adalah nilai hasil dari interpolasi terbatas pada nilai yang ada pada data sampel yang digunakan untuk analisis. Pengaruh dari data sampel terhadap hasil interpolasi disebut dengan

isotropik. dengan kata lain, karena metode ini menggunakan rata-rata dari sampel sehingga nilainya tidak bisa lebih kecil dari minimum atau lebih besar dari data sampel. Jadi, puncak bukit atau lembah terdalam tidak dapat ditampilkan dari hasil interpolasi model ini (Watson & Philip dalam Mautiadewi, 2016,p.31). Untuk mendapatkan hasil yang baik, sampel data yang digunakan harus rapat dan berhubungan dengan variasi lokasi. Jika sampelnya agak jarang dan tidak merata, hasilnya kemungkinan besar tidak sesuai dengan yang diinginkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis kekeringan menggunakan metode *Theory of Run* dan *Rainfall Anomaly Index* (RAI), hasil dari kedua metode memiliki keluaran yang berbeda. *Theory of Run* menghasilkan durasi kekeringan terpanjang dan jumlah kekeringan terbesar, sedangkan metode RAI hanya menghasilkan indeks kekeringan.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kekeringan Metode *Theory of Run* di DAS Pekalen

Nama Stasiun	Durasi Kekeringan Terpanjang (bulan)	Jumlah Kekeringan Terbesar (mm)
Kertosuko	10	1245,74
Segaran	17	1747,86
Tiris	18	1266,49
Bermi	16	1224,46
Condong	12	789,17
Jurangjero	11	826,67
Pekalen	14	803,36
Jati Ampuh	12	617,23
Pajajaran	12	592,50

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Indeks Kekeringan Metode *Rainfall Anomaly Index* (RAI)

Nama Stasiun	Nilai Indeks Maksimum	Nilai Indeks Minimum
Kertosuko	6,67	-3,15
Segaran	4,66	-3,06
Tiris	4,51	-3,07
Bermi	4,30	-3,10
Condong	8,18	-3,10
Jurangjero	4,59	-3,12
Pekalen	4,59	-3,12
Jati Ampuh	3,28	-3,15
Pajajaran	3,77	-3,20

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel 4. Klasifikasi Indeks Kekeringan Metode *Theory of Run*

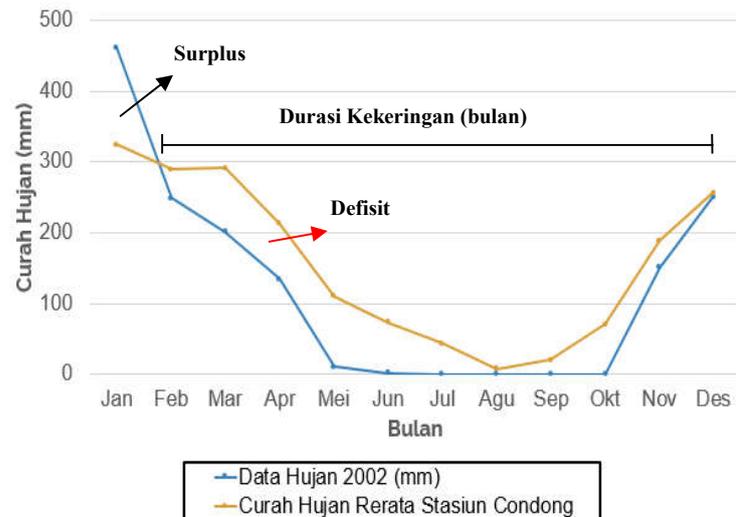
Klasifikasi	Simbol	% Curah Hujan
Normal	N	> 85%
Kering	K	70 – 85%
Sangat Kering	SK	50 – 70%
Amat Sangat Kering	ASK	< 50%

Sumber: BMKG (dalam Nofirman, 2018,p.5)

Tabel 5. Klasifikasi Indeks Kekeringan Metode RAI

Klasifikasi	Simbol	Indeks
Normal	N	> -0,3
Kering	K	-2,1 s/d -0,3
Sangat Kering	SK	-3 s/d -2,1
Amat Sangat Kering	ASK	< -3

Sumber: Najjar & Ramandi (2015,p.136)



Gambar 3. Hasil Analisis Kekeringan Metode *Theory of Run* di Stasiun Condong Tahun 2002
 Sumber: Hasil Analisis (2018)

Gambar 3 merupakan ilustrasi hasil analisis kekeringan Metode *Theory of Run* di Stasiun Condong Tahun 2002. Daerah di bawah garis jingga (curah hujan rerata Stasiun Condong) merupakan jumlah kekeringan yang terjadi pada tahun tersebut (dalam satuan mm). Sedangkan panjang durasi kekeringan ditunjukkan oleh panjang area tersebut.

Berdasarkan tabel 2, dapat dilihat bahwa nilai durasi kekeringan terpanjang adalah 18 bulan, sedangkan jumlah kekeringan terbesar yang terjadi adalah sebesar 1747,86 mm. Hasil analisis kekeringan metode RAI pada tabel 3 menunjukkan indeks kekeringan maksimum yang terjadi adalah 8,18 dan indeks kekeringan minimum sebesar -3,20.

Untuk mengetahui metode yang sesuai digunakan untuk analisis kekeringan di DAS Pekalen, maka dilakukan analisis kesesuaian metode dengan membandingkan klasifikasi kekeringan dengan klasifikasi debit dan membandingkan pola kekeringan dengan pola debit. Klasifikasi kekeringan metode *Theory of Run* diperoleh dengan menghitung

rasio antara curah hujan bulanan dengan curah hujan rerata bulannya, kemudian dengan melihat tabel 4, maka dapat diketahui klasifikasi indeks kekeringannya. Sedangkan klasifikasi kekeringan metode RAI diperoleh dengan melihat indeks kekeringan yang terjadi pada bulan tertentu kemudian klasifikasinya dapat dilihat pada tabel 5. Klasifikasi RAI dimampatkan menjadi 4 klasifikasi dengan tujuan agar klasifikasi kekeringan dari kedua metode analisis dapat dibandingkan dengan level yang sama.

Klasifikasi debit diperoleh dengan cara menghitung persentase debit andalan sesuai dengan kriteria kekeringan hidrologis. Dari hasil perhitungan debit andalan, diperoleh batas-batas klasifikasi debit seperti yang ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi Debit

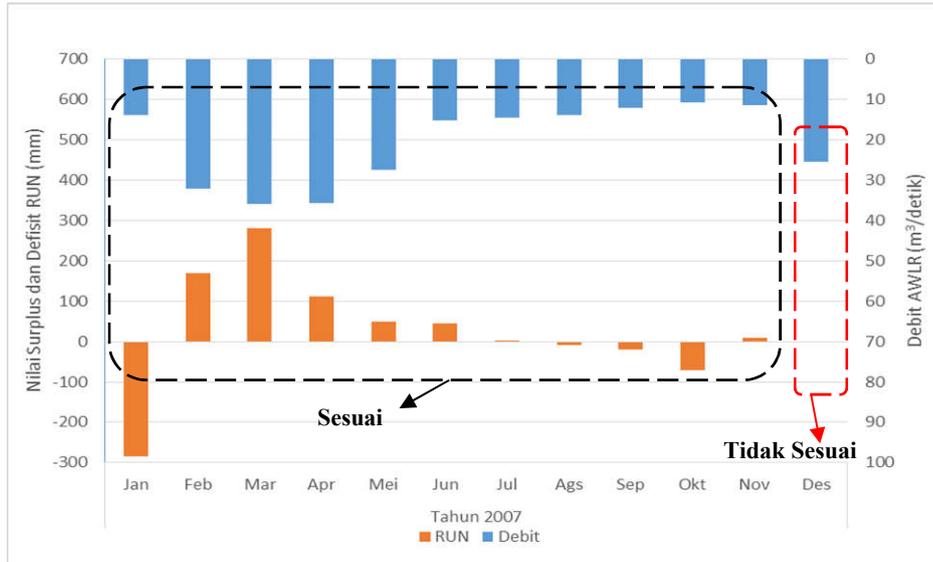
Klasifikasi	Simbol	Debit (m ³)
Normal	N	> 14,42
Kering	K	8,74 – 14,42
Sangat Kering	SK	7,75 – 8,74
Amat Sangat Kering	ASK	< 7,75

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel 7. Perbandingan Pola Nilai Surplus dan Defisit RUN di Stasiun Condong dengan Data Debit AWLR Condong Tahun 2007

Kriteria	Tahun 2007											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
RUN (mm)	-285,62	168,68	279,95	110,94	49,89	45,72	3,34	-7,99	-20,24	-70,13	8,13	-1,35
Debit (m³/det)	13,93	32,2	35,942	35,611	27,474	15,121	14,433	13,777	12,052	10,812	11,445	25,405

Sumber: Hasil Analisis (2018)



Gambar 3. Perbandingan Pola Hasil Analisis Kekeringan Metode *Theory of Run* di Stasiun Hujan Condong dengan Data Debit AWLR Condong

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel 8. Perbandingan Klasifikasi Indeks Kekeringan Metode *Theory of Run* dengan Debit AWLR Condong Tahun 2007

Tahun	Parameter	Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2007	Klasifikasi RUN	ASK	N	N	N	N	N	N	ASK	ASK	ASK	N	N
	Klasifikasi Debit	K	N	N	N	N	N	N	K	K	K	K	N
	Keterangan	TS	S	S	S	S	S	S	TS	TS	TS	TS	S

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel 9. Rekapitulasi Persentase Kesesuaian Klasifikasi Metode Analisis Kekeringan dengan Data Debit AWLR Condong

Metode Analisis Kekeringan	Persentase Kesesuaian (%)
<i>Theory of Run</i>	46,88
<i>Rainfall Anomaly Index</i> (RAI)	52,08

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Setelah diperoleh klasifikasi kekeringan dan klasifikasi debit, selanjutnya yaitu dilakukan perbandingan antara kedua klasifikasi tersebut. Dalam studi ini dipilih hasil analisis kekeringan di Stasiun Hujan Condong dikarenakan letak stasiun hujan tersebut berdekatan dengan stasiun AWLR Condong dengan harapan adanya korelasi yang erat antara data debit dengan data curah hujan yang digunakan dalam analisis. Sebagai contoh, yaitu perbandingan antara klasifikasi indeks kekeringan metode *Theory of Run* dengan klasifikasi debit AWLR

Condong yang ditunjukkan pada tabel 7. Terlihat bahwa terdapat 7 kejadian kekeringan dalam tahun 2007 yang klasifikasinya sesuai dengan klasifikasi debit pada waktu yang sama. Dengan melihat jumlah kejadian kekeringan yang klasifikasinya sesuai dengan klasifikasi debit, maka dapat dihitung persentase kesesuaiannya. Cara yang sama dilakukan untuk Metode RAI sehingga didapatkan nilai persentase kesesuaian seperti yang diperlihatkan tabel 9.

Selanjutnya dilakukan analisis kesesuaian pola seperti yang ditunjukkan pada tabel 9 dan gambar 3. Dapat dilihat bahwa terdapat 11 kejadian yang polanya sama dengan pola debit di tahun yang sama. Dengan begitu dapat dihitung banyaknya pola yang sesuai sehingga didapatkan persentase kesesuaian pola kekeringan terhadap pola debit AWLR. Dengan cara yang sama, persentase kesesuaian metode RAI dihitung sehingga didapatkan nilai seperti yang ditunjukkan pada tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi Persentase Kesesuaian Pola Metode Analisis Kekeringan dengan Data Debit AWLR Condong

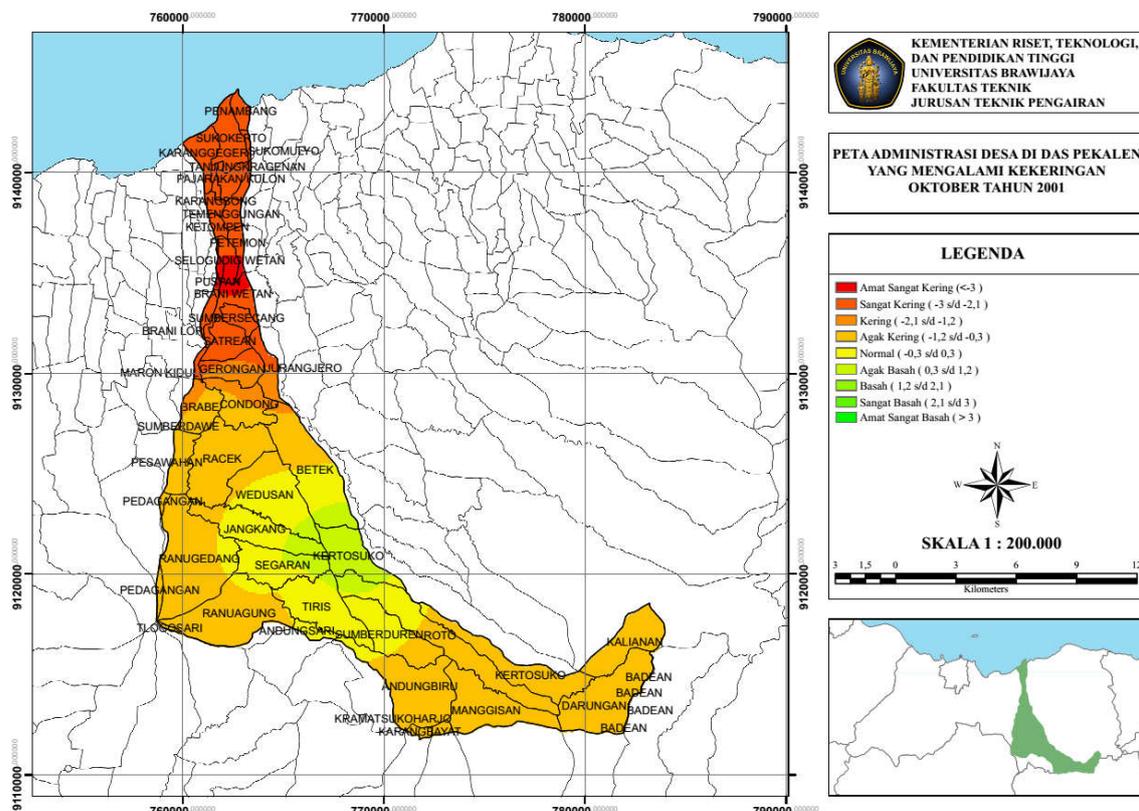
Metode Analisis Kekeringan	Persentase Kesesuaian (%)
<i>Theory of Run</i>	56,25
<i>Rainfall Anomaly Index (RAI)</i>	63,02

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Berdasarkan tabel 10 mengenai hasil perbandingan klasifikasi indeks kekeringan dengan klasifikasi debit menunjukkan bahwa metode *Rainfall Anomaly Index (RAI)* lebih sesuai digunakan untuk analisis kekeringan di DAS Pekalen Kabupaten Probolinggo dengan persentase kesesuaian sebesar 52,03%. Sedangkan hasil perbandingan pola indeks kekeringan dengan pola debit seperti yang ditunjukkan pada tabel 10 juga menunjukkan lebih sesuai digunakan untuk analisis bahwa metode *Rainfall Anomaly Index (RAI)* kekeringan di DAS Pekalen dengan persentase kesesuaian sebesar 63,02%. Dari hasil analisis kesesuaian yang telah dilakukan,

dapat dikatakan bahwa metode *Rainfall Anomaly Index (RAI)* merupakan metode yang lebih sesuai untuk analisis kekeringan di DAS Pekalen Kabupaten Probolinggo daripada metode *Theory of Run*. Pemetaan sebaran kekeringan dilakukan dengan bantuan *software ArcGIS 10.2.2* metode interpolasi IDW yang dapat dilihat pada gambar 4.

Dari hasil analisis pada tabel 11 mengenai rekapitulasi jumlah desa yang mengalami kekeringan parah, dapat diketahui bahwa dalam kurun waktu 20 tahun (1998-2017), terjadi sebaran kekeringan yang berbeda-beda tergantung dari indeks kekeringan yang terjadi di masing-masing stasiun hujan. Rata-rata kekeringan parah terjadi di 41 desa di DAS Pekalen. Kejadian bulan kering sering terjadi pada bulan Juli, Agustus, dan September karena jumlah kejadiannya lebih dari 10 tahun dari total seluruh kejadian yaitu 20. Untuk informasi selengkapnya dapat dilihat pada tabel 12 mengenai rekapitulasi jumlah kejadian kekeringan di DAS Pekalen.



Gambar 4. Peta Sebaran Kekeringan Metode RAI di DAS Pekalen Menggunakan Interpolasi IDW Bulan Oktober Tahun 2001

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel 11. Rekapitulasi Jumlah Desa yang Mengalami Kekeringan Parah

Tahun	Bulan	Jumlah Desa	Tahun	Bulan	Jumlah Desa	Tahun	Bulan	Jumlah Desa
1998	-	-		September	31		September	48
	Agustus	44		Oktober	36	2010	-	-
1999	September	44		Juli	30		Juni	12
	Juli	47	2005	Agustus	38	2011	Agustus	48
2000	Agustus	48		September	48		September	48
	Agustus	48		Juni	48		Juli	48
2001	September	13		Juli	48	2012	Agustus	48
	Juli	8		Agustus	48		September	48
	Agustus	48	2006	September	48	2013	Agustus	48
2002	September	48		Oktober	48		September	48
	Oktober	48		November	8	2014	Juli	48
	Juli	48		Agustus	48		September	48
	Agustus	48	2007	September	48		Juli	48
2003	September	48		Oktober	23	2015	September	48
	Oktober	15		Juni	12		Oktober	48
	Juni	43	2008	Juli	48	2016	-	-
2004	Juli	1		Agustus	48	2017	Juli	48
	Agustus	48	2009	Agustus	48		Agustus	48

Sumber: Hasil Analisis (2018)

Tabel 12. Rekapitulasi Jumlah Kejadian Kekeringan di DAS Pekalen Selama 20 Tahun

Bulan	Jumlah Kejadian
Juni	4
Juli	11
Agustus	15
September	13
Oktober	6
November	1

Sumber: Hasil Analisis (2018)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari pembahasan di atas, dapat disimpulkan beberapa hal berikut antara lain:

1. Perhitungan indeks kekeringan menggunakan Metode *Theory of Run* menghasilkan durasi kekeringan terpanjang selama 18 bulan dan jumlah kekeringan terbesar adalah 1747,86 mm. Sedangkan perhitungan indeks kekeringan menggunakan Metode *Rainfall Anomaly Index* (RAI)

menghasilkan indeks kekeringan terbesar sebesar 8,18 dan indeks kekeringan terkecil sebesar -3,20.

2. Hasil perbandingan klasifikasi kekeringan antara indeks kekeringan metode *Theory of Run* dengan klasifikasi debit menghasilkan persentase kesesuaian sebesar 46,88%. Sedangkan hasil perbandingan klasifikasi kekeringan antara indeks kekeringan metode *Rainfall Anomaly Index* (RAI) dengan klasifikasi debit menghasilkan persentase kesesuaian sebesar 52,08%. Hasil perbandingan pola indeks kekeringan metode *Theory of Run* menunjukkan 56,25% sesuai dengan pola debit. Sedangkan pola indeks kekeringan metode *Rainfall Anomaly Index* (RAI) menunjukkan 63,02% sesuai dengan pola debit. Karena persentase kesesuaian metode *Rainfall Anomaly Index* (RAI) lebih besar dari persentase kesesuaian metode *Theory of Run*, maka metode *Rainfall Anomaly Index* (RAI) dapat dikatakan lebih sesuai digunakan untuk

- analisis kekeingan di DAS Pekalen.
- Hasil sebaran kekeringan di DAS Pekalen adalah dalam kurun waktu 20 tahun (1998-2017) semua desa yang termasuk dalam wilayah DAS Pekalen mengalami kekeringan parah, kecuali tahun 1998 dan 2010 di mana tidak terjadi kekeringan parah (kekeringan yang termasuk dalam kategori Amat Sangat Kering). Selama kurun waktu tersebut, rata-rata terdapat 41 desa yang mengalami kekeringan parah, yaitu terjadi pada bulan Juli, Agustus, dan September.

Saran

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, adapun saran yang dapat diberikan adalah perlu tersedianya data curah hujan yang lebih panjang dengan kualitas yang baik sehingga didapatkan hasil analisis yang tepat dan akurat. Data pendukung lainnya seperti hasil survei dan data riwayat kekeringan juga diperlukan untuk verifikasi kesesuaian antara hasil analisis dengan keadaan sesungguhnya di daerah studi.

DAFTAR PUSTAKA

- BNPB. (2016). **Definisi dan Jenis Bencana**. Jakarta: BNPB. <https://www.bnpb.go.id/home/definisi>. (diakses 10 Oktober 2017).
- Farajzadeh, M., Nikeghbal, M., Rafati, S., dan Adab, H. (2008). **Meteorological Drought Monitoring based on an efficient index, using Geostatistical analyst in Ghare Aghaj watershed, Iran**. *01st International Conference on Water Crisis*. Volume 1. 1-8.
- Haied, N., Fougou, A., Chaab, S., Azlaoui, M., Khadri, S., Benzahia, K., Benzahia, I. (2017). **Drought assessment and monitoring using meteorological indices in a semi-arid region**. *International Conference on Technologies and Materials for Renewable Energy, Environment and Sustainability*. 21-24 April. 518-519
- Mautiadewi, N. N. (2016). **Perbandingan Metode Decile Index (DI) dan Metode Standardized Precipitation Index (SPI) untuk Menentukan Indeks Kekeringan pada Sub-Sub DAS Slahung Kabupaten Ponorogo**. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya.
- Najjar, M. S. & Ramandi, R. Y. (2015). **Studying & Comparing the Efficiency of 7 Meteorological Drought Indices in Droughts Risk Management (Case Study: North West Regions)**. *Applied mathematics in Engineering, Management and Technology Journal*. Volume 3. Nomor 1. 131-142
- Sonjaya. (2007). **Analisa Standardized Precipitation Index (SPI) di Kalimantan Selatan**. *Laporan Penelitian*. Banjarbaru: Stasiun Klimatologi Banjarbaru.
- Oktaviani, Sulastri. (2015). **Analisis Kekeringan dengan Menggunakan Metode Theory of Run Studi Kasus DAS Ciujung**. Skripsi. Banten: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- World Meteorological Organization. (2016). **Handbook of Drought Indicators and Indices**. Geneva: World Meteorological Organization.
- Yuan, S., Quiring, S. M., dan Patil, S. (2016). **Spatial and Temporal Variations in the Accuracy of Meteorological Drought Maps**. *Cuadernos de Investigacion Geografica*. Volume 42 (1). 167-183.