

Analisis Kecenderungan dan Perubahan Hujan Ekstrem Harian di Pulau Madura

Ahmad Nur Akma Juangga Fura¹, Retno Utami Agung Wiyono¹, dan Indarto¹

¹Universitas Jember; e-mail: indarto.ftp@unej.ac.id

ABSTRAK

Madura memiliki tingkat kerawanan bencana banjir yang tinggi. Salah satu faktor utama penyebab banjir adalah curah hujan ekstrem. Pemanasan global memungkinkan terjadinya perubahan pada besaran curah hujan ekstrem. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi dan menganalisis kecenderungan, perubahan, dan keacakan dari periode data hujan ekstrem 24 jam maksimal di Pulau Madura serta memetakan perubahan yang terjadi dalam bentuk peta tematik GIS. Metode yang digunakan merupakan metode uji non-parametrik meliputi uji *Median Crossing*, uji *Mann-Kendall*, dan uji *Rank-Sum* pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Dari hasil pengolahan data curah hujan harian pada 66 stasiun hujan, terdapat 31 stasiun hujan yang memiliki data hujan dengan periode minimal 20 tahun secara berturut-turut. Analisis dilakukan pada 31 stasiun hujan pada periode rekam 1991-2015. Nilai curah hujan ekstrem harian terbesar terjadi pada stasiun hujan Ketapang dengan ketinggian hujan mencapai 430 mm sedangkan nilai curah hujan ekstrem harian terendah terjadi di stasiun Saronggi sebesar 25 mm. Selain itu, didapati bahwa bagian barat pulau dan bagian yang lebih tinggi (pegunungan) memiliki nilai curah hujan ekstrem harian maksimal yang lebih tinggi daripada daerah lainnya. Sebaran frekuensi curah hujan dengan intensitas sangat lebat (> 100 mm) terjadi pada stasiun hujan Arosbaya, Ketapang, dan Ambunten dibandingkan stasiun hujan Tragah, Larangan dan Saronggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa berdasarkan uji *Median Crossing* sebagian besar (26 stasiun hujan) memiliki data yang berasal dari proses acak. Adapun berdasarkan uji *Mann-Kendall* dan uji *Rank-Sum*, pada sebagian kecil stasiun hujan (Kamal, Ketapang, dan Ganding) terjadi kecenderungan hujan ekstrem 24 jam maksimal yang signifikan menurun, sementara sebagian besar stasiun lainnya tidak mengalami kecenderungan yang signifikan.

Kata kunci: Madura, Analisis kecenderungan, Data hujan ekstrem, *Mann-Kendall*, *Rank-Sum*

ABSTRACT

Madura is prone to high level of flood hazard. One of the main causes of floods is the extreme rainfall. Global warming allows changes in the amount of extreme rainfall. This research was conducted to identify and analyze trends, changes, and randomness of the maximum period of 24-hour extreme rainfall data on Madura Island. The method used was a non-parametric method which includes the *Median Crossing* test, the *Mann-Kendall* test, and the *Rank-Sum* test at the significance level of $\alpha = 0.05$. There were 31 rain gauge stations that were selected out of 66 rain gauge stations which has 20 consecutive years period rainfall data. The period of rainfall observation data was between 1991-2015. The highest extreme daily rainfall data was observed at Ketapang station (430 mm) while the lowest extreme daily rainfall data was observed at Saronggi Station (25 mm). It was found that the west side of Madura Island and the mountain area show higher value of extreme daily rainfall than other area. High intensity of rainfall (> 100 mm) was occurred in Arosbaya, Ketapang and Ambunten stations while other three stations showed lower intensity of rainfall (Tragah, Larangan and Saronggi). The results of the analysis showed that based on the *Median Crossing* test, most rain stations have data originating from random processes. A small part of the rain stations was analyzed based on the *Mann-Kendall* test and the *Rank-Sum* test. The result showed that the maximum 24-hour extreme rain trend was significantly decreased in a few locations (Kamal, Ketapang, dan Ganding), while most stations (26 stations) have no experience a significant trend.

Keywords: Madura, Trend analysis, extreme rainfall data, *Mann-Kendall*, *Rank-Sum*

Citation: Fura, A.N.A.J., Wiyono, R.U.A., dan Indarto, I. (2020). Kecenderungan dan Perubahan Hujan Ekstrem Harian di Pulau Madura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1), 89-96, doi:10.14710/jil.18.1.89-96

1. Pendahuluan

Indonesia adalah negara yang memiliki banyak wilayah rawan bencana. Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) terdapat 19 provinsi memiliki indeks rawan bencana tinggi, 14 provinsi berindeks sedang dan 1 provinsi lainnya berindeks rendah. Bencana yang sering terjadi di antaranya adalah banjir. Salah satu faktor utama

penyebab banjir adalah curah hujan di atas normal atau sering disebut curah hujan ekstrem (BNPB, 2016).

World Meteorological Organization (2018) mendefinisikan curah hujan ekstrem sebagai curah hujan yang terjadi pada periode satu hingga beberapa hari dengan total curah hujan harian melebihi ambang batas yang ditetapkan pada daerah tertentu. Di

Indonesia, BMKG (2016) mengategorikan curah hujan ekstrem ke dalam cuaca ekstrem, yaitu suatu kejadian yang jarang terjadi. Penentuan nilai ekstrem menurut Gilli dan Kellezi (2006) dapat dilakukan dengan dua cara. Cara pertama dilakukan dengan mengambil nilai maksimum dalam suatu periode data seperti mingguan dan bulanan. Cara yang kedua dengan mengambil nilai yang melebihi nilai ambang. Hasil nilai dari kedua cara ini dianggap nilai ekstrem. Dalam penelitian ini, nilai ekstrem curah hujan diambil satu nilai tertinggi (maksimal) dalam periode 24 jam (satu hari) untuk setiap tahun.

Pemanasan global yang terjadi akhir-akhir ini memungkinkan terjadinya perubahan pada data hidrologi di antaranya curah hujan ekstrem. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (2014) melaporkan terjadinya peningkatan suhu rata-rata global sebesar 0,85°C (antara 0,65°C sampai 1,06°C di berbagai tempat) yang diamati dari periode 1880-2012. Sedangkan di Indonesia, terjadi kenaikan suhu rata-rata sebesar 0,8°C/100 tahun. Peningkatan suhu yang terjadi turut meningkatkan penguapan air pada sumber-sumber air sehingga potensi peristiwa hujan ekstrem akan semakin tinggi dan dapat menyebabkan bencana hidrologi (Suryadi et al., 2017).

Perubahan data hidrologi seperti curah hujan dapat terjadi dengan banyak cara. Salah satu jenis perubahan yang terjadi yaitu secara berangsur-angsur atau sering disebut dengan perubahan kecenderungan (*trend*). Perubahan dengan cara ini dapat menimbulkan potensi bahaya. Hal ini disebabkan sistem sumber daya air seperti bendungan dan waduk dirancang dan dioperasikan dengan asumsi hidrologi stasioner. Penelitian yang dilakukan oleh (Sethi et al., 2015) tentang kecenderungan curah hujan terhadap besaran aliran yang masuk ke waduk di Odisha, India menunjukkan hasil bahwa kenaikan dan penurunan aliran yang masuk ke dalam waduk berbanding lurus dengan kecenderungan curah hujan yang terjadi. Hal ini mengindikasikan perubahan kecenderungan yang terjadi dapat mengakibatkan sistem yang telah dirancang menjadi tidak sesuai dengan kebutuhan dan tidak memenuhi tujuan yang diinginkan secara memadai. Analisis tentang kecenderungan curah hujan juga digunakan untuk mengetahui dampak kegiatan manusia seperti urbanisasi, deforesasi, dan perubahan dalam praktek pertanian terhadap aspek hidrologi seperti curah hujan (Kundzewicz dan Robson, 2000; Sethi et al., 2015).

Penggunaan metode analisis kecenderungan curah hujan ini telah dilakukan oleh Indarto et al. (2011) di Jawa Timur. Jawa Timur dan Madura memiliki kesamaan zona iklim yaitu didominasi oleh wilayah beriklim lembab sedangkan wilayah Utara dan Timur beriklim kering (Subarna, 2016). Karena itulah metode ini digunakan untuk menganalisis perubahan kondisi hidrologi di Pulau Madura.

Ada banyak metode yang dapat digunakan untuk menganalisis berbagai macam tipe perubahan rentang waktu data hidrologi. Dua istilah umum yang sering dipakai untuk membedakan metode yang digunakan yaitu *parametric test* dan *non-parametric test*. *Parametric test* digunakan jika data mengikuti distribusi normal (Suliyanto, 2014). Namun, pada umumnya data rentang waktu hidrologi tidak terdistribusi secara normal. Oleh karena itu, digunakan metode *non-parametric test* (Kundzewicz dan Robson, 2000).

Analisis kecenderungan dan perubahan telah banyak dilakukan pada data hidrologi. Indarto et al., (2011) melakukan pengujian kecenderungan hujan pada sembilan stasiun hujan di Jawa Timur menggunakan *Mann-Kendall test* dan *Rank-Sum test* pada periode waktu 1960-2006. Subarna (2014) menggunakan metode *Mann-Kendall test* untuk mengidentifikasi kecenderungan yang terjadi pada curah hujan, jumlah hari hujan, evaporasi dan suhu udara menggunakan periode data 1998-2007 di stasiun metodologi Bandung. Jaiswal et al., (2015) menganalisis perubahan menggunakan beberapa metode yaitu *Pettit's test*, *Von Neumann Ratio test*, *Buishand's Range test*, *Standard Normal Homogeneity test*, analisis kecenderungan menggunakan uji regresi linier, *Mann-Kendall test*, serta *Spearman Rho test* terhadap unsur klimatologi berupa suhu maksimal dan minimal, kecepatan angin, lama penyinaran matahari dan laju evaporasi dengan periode data 1971-2012 di kota Raipur, India.

Pemanasan global dapat meningkatkan potensi besaran curah hujan ekstrem. Oleh karena itu, analisis tentang kecenderungan curah hujan ekstrem penting dilakukan, khususnya pada wilayah pulau Madura yang merupakan daerah rawan banjir. Beberapa penelitian hidrologi di Pulau Madura yang telah dilakukan sebelumnya spesifik membahas satu bagian DAS saja. Sebagai contoh ialah penelitian mengenai rasionalisasi jaringan stasiun hujan pada DAS Sarokah (Siswanti et al., 2018) dan analisis curah hujan untuk menentukan debit banjir rencana di Kecamatan Sampang (Setiawan & Kusnan, 2018). Adapun kajian hidrologi secara keseluruhan di Pulau Madura dilakukan oleh Risdiyanto (2013). Pada penelitian tersebut dilakukan perhitungan neraca air bulanan DAS di Pulau Madura. Akan tetapi perubahan dan kecenderungan curah hujan pada jangka waktu yang panjang tidak dibahas pada penelitian tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis kecenderungan, perubahan, dan keacakan curah hujan ekstrem 24 jam maksimal yang terjadi di wilayah Madura, serta memetakan perubahan yang terjadi dalam bentuk peta tematik GIS. Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini yaitu memberikan informasi terkait perubahan, kecenderungan, dan keacakan pada data hujan yang ada di Pulau Madura, sebagai salah satu bahan

pertimbangan bagi instansi terkait dalam kegiatan pengelolaan dan upaya mitigasi bencana. Metode analisis yang digunakan merupakan metode *non-parametric test* meliputi (1) *Median Crossing*, (2) *Mann-Kendall*, dan (3) *Rank-Sum test*. *Median Crossing test* merupakan uji yang digunakan untuk melihat keacakan data hujan. *Mann-Kendall test* digunakan untuk melihat ada tidaknya kecenderungan pada curah hujan ekstrem. *Rank-Sum test* digunakan untuk melihat perubahan data hujan dengan membandingkan nilai median antar periode data (Chiew, et al., 2005; Kundzewicz dan Robson, 2000).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Pulau Madura. Data yang digunakan berupa data curah hujan harian pada 66 stasiun hujan dan selanjutnya diseleksi untuk mendapatkan stasiun hujan yang memiliki data curah hujan harian minimal selama 20 tahun berturut-turut pada periode 1991-2015.

Tahapan awal penelitian dilakukan dengan menginventarisasi data curah hujan harian pada 66 stasiun hujan yang ada di Pulau Madura pada periode 1991-2015. Data yang didapat berasal dari inventarisasi Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (lab TPKL), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Data kemudian diseleksi untuk mendapatkan stasiun hujan yang memiliki data curah hujan harian berturut-turut dengan periode minimal 20 tahun. Data pada setiap stasiun hujan kemudian diambil satu nilai tertinggi (maksimal) pada periode hujan 24 jam (1 hari) pada setiap tahun, sehingga diperoleh satu nilai curah hujan ekstrem maksimal 24 jam yang mewakili 1 tahun periode hujan.

Data curah hujan ekstrem maksimal 24 jam tahunan yang diperoleh pada setiap stasiun hujan dibagi menjadi dua kelompok data. Hal ini dilakukan untuk melihat perbedaan yang terjadi antar periode data dengan menggunakan uji statistik. Uji statistik yang digunakan adalah uji non-parametrik yang meliputi *Median Crossing test*, *Mann-Kendall test* dan *Rank-Sum test*.

2.1. Median Crossing Test

Median Crossing test digunakan untuk menguji apakah data curah hujan ekstrem 24 jam maksimal berasal dari proses acak. Langkah pengujian sebagai berikut:

- a. merumuskan hipotesis
 H_0 : data dari proses acak
 H_1 : data tidak dari proses acak
- b. menentukan level signifikansi $\alpha = 0,05$
 rentang nilai Z di mana H_0 diterima adalah sebagai berikut:

$$Z_{\alpha/2} < Z < Z_{\alpha/2}$$

$$(-1,96 < Z < 1,96)$$
 H_0 ditolak jika nilai $|Z| > Z_{\alpha/2}$ dimana $Z_{\alpha/2}$ mengacu pada standar peluang distribusi normal.
- c. mencari nilai Z sebagai berikut:

- 1) mencari nilai median curah hujan tahunan
- 2) mengganti nilai curah hujan dengan Q ($Q = 0$ apabila $y_i < y_{median}$ dan $Q = 1$ apabila $y_i > y_{median}$, dengan y adalah curah hujan)
- 3) menghitung nilai m yang merupakan banyaknya data 0 yang diikuti dengan 1 dan 1 diikuti dengan 0 pada data hasil transformasi (poin 2)
- 4) mencari nilai *mean* dan varian dari Q yang didekati dengan persamaan $\mu = \frac{(n-1)}{2}$ dan $\sigma = \frac{(n-1)}{4}$
- 5) mencari nilai statistik Z dengan persamaan
$$Z = \frac{|m-\mu|}{\sigma^{0.5}}$$

Keterangan:

n = banyaknya tahun data hujan

μ = mean

σ = varian

- d. menguji hipotesis dan menarik kesimpulan.

2.2. Mann Kendall Test

Mann-Kendall Test digunakan untuk melihat ada atau tidaknya kecenderungan pada data berdasarkan peringkat relatif dari data rentang waktu. Langkah yang dilakukan sebagai berikut:

- a. merumuskan hipotesis
 H_0 : Z = tidak terdapat kecenderungan
 H_1 : Z = terdapat kecenderungan
- b. menentukan level signifikansi $\alpha = 0,05$
 rentang nilai Z di mana H_0 diterima adalah sebagai berikut:

$$Z_{\alpha/2} < Z < Z_{\alpha/2}$$

$$(-1,96 < Z < 1,96)$$

H_0 ditolak jika nilai $|Z| > Z_{\alpha/2}$ di mana $Z_{\alpha/2}$ mengacu pada standar peluang distribusi normal.

- c. mencari nilai Z (kriteria uji normal):

 - 1) memberikan peringkat relatif (R) pada data hujan tahunan sesuai urutan peningkatan nilai curah hujan tahunan
 - 2) mencari nilai P dan M dengan membandingkan ranking tiap waktu (R_i) dengan peringkat waktu berikutnya (R_j) (dengan $i = 1$ hingga $n - 1$, dan $j = i + 1$ hingga n). Nilai 1 ditambahkan untuk P jika $R_j > R_i$ dan nilai 1 ditambahkan ke M jika $R_j < R_i$.
 - 3) menghitung nilai statistik S dengan persamaan $S = P - M$
 - 4) menghitung nilai statistik Z, dengan persamaan

$$Z = \begin{cases} \frac{S - 1}{\sqrt{Var(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S + 1}{\sqrt{Var(S)}} & S < 0 \end{cases}$$

Keterangan:

n = banyaknya tahun data hujan

S = uji statistik kecenderungan

P = banyaknya kejadian di mana $y_i > y_j$

M = banyaknya kejadian di mana $y_i < y_j$

$Var(S)$ = varian dari S
 i = urutan data ke 1 hingga $n-1$
 j = urutan data $i + 1$ hingga n

d. menguji hipotesis dan menarik kesimpulan

2.3. Rank-Sum Test

Rank-Sum Test digunakan untuk menentukan ada atau tidaknya perubahan data antar periode berdasarkan pada peringkat relatif dan bukan pada nilai sebenarnya dari data rentang waktu. Hipotesis diputuskan dengan membandingkan median dari dua grup data dalam rentang waktu. Langkah yang dilakukan dalam uji ini yaitu:

- a. merumuskan hipotesis
 H_0 : Z = tidak terdapat perbedaan median/mean di antara dua periode data
 H_1 : Z = terdapat perbedaan median/mean di antara dua periode data
- b. menentukan level signifikansi $\alpha = 0,05$
 rentang nilai Z di mana H_0 diterima adalah sebagai berikut:
 $Z_{\alpha/2} < Z < Z_{\alpha/2}$
 $(-1,96 < Z < 1,96)$
 H_0 ditolak jika nilai $|Z| > Z_{\alpha/2}$ di mana $Z_{\alpha/2}$ mengacu pada standar peluang distribusi normal.
- c. mencari nilai Z_{rs} (kriteria pengujian normal untuk rank-sum test):
 1) memberi peringkat pada setiap data, mulai dari 1 (terkecil) hingga ke N (terbesar). $N = n + m$, di mana n adalah ukuran sampel dari sampel terkecil, dan m adalah ukuran sampel terbesar dari kedua sampel. Pada urutan data

dengan nilai sama pemberian peringkat menggunakan rata-rata.

- 2) menghitung statistik S sebagai jumlah dari peringkat n pengamatan di grup terkecil
- 3) untuk ukuran sampel, menghitung rerata teoritis dan standar deviasi dari S dalam H_0 untuk keseluruhan sampel dengan persamaan $\mu = n(N + 1) / 2$ dan $\sigma = \sqrt{((n m (N + 1)) / 12)}$.

Bentuk baku dari uji statistik Z_{rs} dapat dihitung dengan persamaan

$$Z_{rs} = \begin{cases} \frac{S-0,5-\mu}{\sigma} & \text{Jika } S > \mu \\ 0 & \text{Jika } S = \mu \\ \frac{S+0,5-\mu}{\sigma} & \text{Jika } S < \mu \end{cases}$$

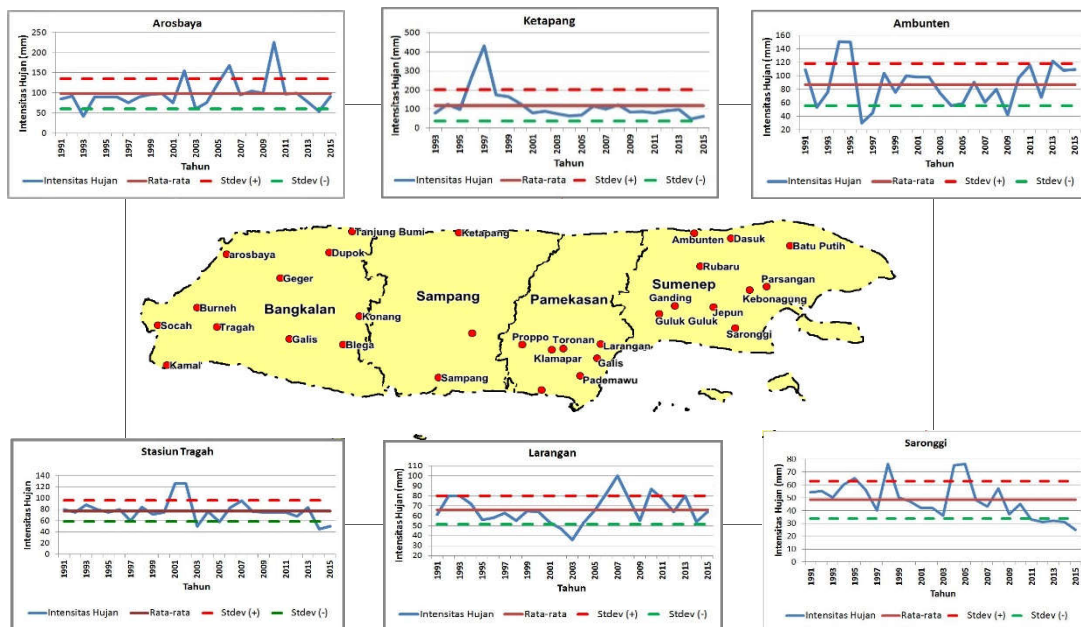
Keterangan:

- W = jumlah peringkat dalam data n
- N = banyaknya tahun data hujan
- n = banyaknya kelompok data pertama
- m = banyaknya kelompok data kedua
- μ = mean
- σ = varian

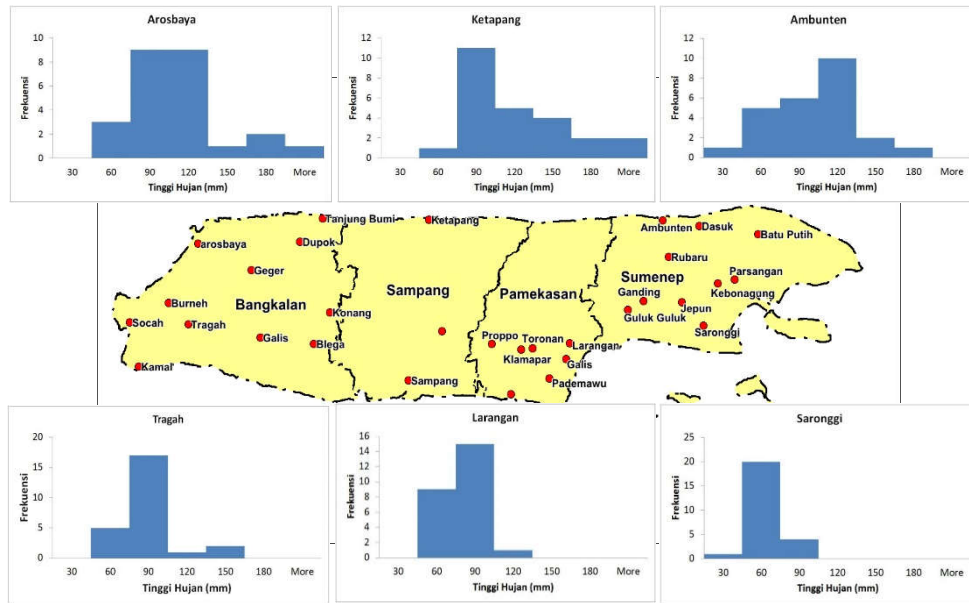
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh variabel

Dari hasil pengolahan data curah hujan harian pada 66 stasiun hujan, terdapat 31 stasiun hujan yang memiliki data hujan dengan periode minimal 20 tahun secara berturut-turut.



Gambar 1. Peta distribusi curah hujan ekstrem harian maksimal di Pulau Madura



Gambar 2. Peta distribusi frekuensi curah hujan ekstrem harian di Madura

Gambar 1 menunjukkan peta distribusi curah hujan ekstrem harian maksimal di Pulau Madura. Enam stasiun dipilih dari masing-masing kabupaten dengan nilai curah hujan ekstrem harian maksimal yang bervariasi. Nilai curah hujan ekstrem harian tertinggi terjadi di Ketapang dengan tebal hujan mencapai 430 mm/hari. Hal ini sesuai dengan analisis neraca air yang diberikan oleh Risdiyanto (2013) yang menunjukkan bahwa DAS Budur-Ambunten/Nedung memiliki nilai curah hujan yang relatif tinggi. Tingginya curah hujan di Ketapang dapat berkorelasi dengan elevasi stasiun hujan yang berada cukup tinggi yaitu 357 m dpl.

Adapun nilai curah hujan ekstrem harian terendah terjadi di Saronggi sebesar 25 mm (BMKG Malang, 2016). Rendahnya curah hujan ini dapat berkorelasi dengan elevasi stasiun hujan Saronggi yaitu 54 m dpl yang memungkinkan wilayah tersebut memiliki iklim kering disebabkan curah hujan yang lebih kecil daripada evapotranspirasi potensial (Subarna, 2016). Penelitian tersebut menjelaskan bahwa curah hujan yang cenderung lebih kecil dari evapotranspirasi potensial membuat udara mengandung uap air yang relatif rendah.

Nilai standar deviasi pada setiap stasiun yang tinggi dibandingkan nilai rerata menunjukkan variasi besarnya hujan ekstrem harian. Sebaran frekuensi curah hujan dengan intensitas sangat lebat (> 100 mm) terjadi pada stasiun hujan Arosbaya, Ketapang, dan Ambunten (Gambar 2). Stasiun hujan Arosbaya dan Ketapang terletak pada dataran yang cukup tinggi yaitu di atas 350 m dpl sehingga memiliki curah hujan ekstrem yang tinggi serta intensitas hujan yang sangat lebat. Adapun stasiun hujan Ambunten berada pada elevasi 18 m dpl. Walaupun elevasi stasiun hujan Ambunten lebih rendah daripada Arosbaya dan Ketapang, akan tetapi hujan terjadi lebih sering

seperti terlihat pada Gambar 1. Daerah dengan frekuensi hujan ekstrem harian yang tinggi berpotensi terhadap kejadian bencana, sehingga diperlukan adanya upaya mitigasi untuk mencegah kerusakan yang mungkin terjadi (Kundzewicz dan Robson, 2000).

3.2 Uji Statistik

Hasil analisis menggunakan *Median Crossing (MC) test*, *Mann-Kendall (MK)*, dan *Rank-Sum (RS)* pada 31 stasiun hujan ditampilkan dalam Tabel 1. Data yang ditampilkan berupa hasil akhir pengujian (nilai $Z = 1,96$ untuk $\alpha = 0,05$) dan nilai kritis hipotesis. Pada tabel 1, kolom ke (2) memuat lokasi, kolom ke (3) menampilkan hasil *Median Crossing Test (MC)*, kolom ke (4) memuat kesimpulan dari hasil uji MC, yaitu S = signifikan dan TS = tidak signifikan. Selanjutnya, kolom ke (5) memuat hasil uji *Mann-Kendall test (MK)* dan kesimpulannya (kolom ke 6). Kolom ke (7) menunjukkan hasil uji *Rank_Sum (RS)* dan kesimpulannya dimuat di kolom ke (8).

Hasil uji MC pada Tabel 1, menunjukkan bahwa 26 stasiun atau sekitar 83,9% berasal dari data acak atau independen. Lima (5) stasiun lainnya (16,1%) secara signifikan menunjukkan bahwa data berasal dari proses yang tidak acak. Kelima (5) stasiun tersebut yaitu stasiun hujan Blega, Kamal, Ketapang, Batu Putih, dan Saronggi. Keacakan data dalam deret waktu hidrologis secara umum diartikan bahwa data yang ada berasal dari sebab-sebab alamiah dan tidak terkait dengan faktor lain atau independen (Adeloy dan Montaseri, 2002). Berdasarkan hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa secara umum data curah hujan ekstrem harian yang terdapat di Madura berasal dari sebab-sebab alamiah dan tidak terpengaruh oleh faktor lain atau independen. Sebab alamiah ialah sebab yang terjadi secara alami karena

faktor alam yaitu siklus hidrologi, bukan disebabkan oleh manusia. Adapun perubahan tata guna lahan dan perubahan iklim atas campur tangan manusia bukanlah merupakan sebab alami (Adeloy dan Montaseri, 2002).

Uji MK menunjukkan 4 stasiun hujan memiliki hasil uji signifikan dengan nilai negatif (Kamal, Ketapang, Ganding dan Saronggi). Nilai signifikan menunjukkan adanya perubahan kecenderungan hujan ekstrem menurun pada periode akhir dibandingkan periode awal. Nilai negatif pada hasil pengujian menunjukkan kecenderungan menurun, di mana data-data dengan peringkat tinggi banyak berada pada periode awal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa telah terjadi perubahan dan

kecenderungan menurun pada keempat stasiun hujan tersebut. Kecenderungan ini dapat disebabkan oleh perubahan iklim (Kundzewicz dan Robson, 2000) terutama pada wilayah pantai mengingat hampir seluruh lokasi yang memiliki kecenderungan menurun berada di wilayah pantai. Selain itu, perubahan garis pantai dan perubahan tata guna lahan pada wilayah tersebut juga dapat mengakibatkan perubahan pada siklus hidrologi yang dapat mengubah kecenderungan curah hujan.

Adapun 27 stasiun lainnya atau 87,1% menunjukkan penurunan dan kenaikan yang tidak signifikan. Secara umum tidak terjadi perubahan kecenderungan curah hujan ekstrem harian maksimal di wilayah Madura.

Tabel 1. Hasil Uji Statistik pada 31 Stasiun Hujan di Pulau Madura

| No | Lokasi | Hasil Uji Statistik | | | | | |
|-------------------|--------------|---------------------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | | MC | Hasil | MK | Hasil | RS | Hasil |
| 1 | Arosbaya | 1,22 | TS | 1,378 | TS | -1,387 | TS |
| 2 | Blega | 3,13 | S | 1,24 | TS | -1,068 | TS |
| 3 | Burneh | 0 | TS | 1,168 | TS | -0,517 | TS |
| 4 | Dupok | 1,63 | TS | 0,467 | TS | -0,462 | TS |
| 5 | Galis | 0,82 | TS | -1,261 | TS | 1,224 | TS |
| 6 | Geger | 0,41 | TS | 0,654 | TS | -0,626 | TS |
| 7 | Kamal | 2,04 | S | -2,639 | S | 3,236 | S |
| 8 | Konang | 0,21 | TS | -1,067 | TS | 1,761 | TS |
| 9 | Socah | 0,82 | TS | 0,958 | TS | -0,897 | TS |
| 10 | Tanjung Bumi | 0,41 | TS | 0,374 | TS | 0,19 | TS |
| 11 | Tragah | 0,41 | TS | -1,565 | TS | 1,387 | TS |
| 12 | Ketapang | 2,04 | S | -2,102 | S | 2,312 | S |
| 13 | Omben | 0,82 | TS | 0,187 | TS | -0,571 | TS |
| 14 | Sampang | 0,82 | TS | -0,817 | TS | 0,63 | TS |
| 15 | Galis | 0,40 | TS | -0,327 | TS | -1,00 | TS |
| 16 | Klampar | 0,42 | TS | 0,687 | TS | -2,30 | S |
| 17 | Larangan | 1,22 | TS | 0,28 | TS | -1,224 | TS |
| 18 | Pademawu | 0,1 | TS | 1,168 | TS | -1,278 | TS |
| 19 | Propo | 0,45 | TS | 0,211 | TS | -0,81 | TS |
| 20 | Tlanakan | 1,63 | TS | 0,304 | TS | 0,027 | TS |
| 21 | Toronan | 0,89 | TS | -0,574 | TS | 1,725 | TS |
| 22 | Ambunten | 0,1 | TS | 0,397 | TS | 0,408 | TS |
| 23 | Batu Putih | 2,45 | S | 0,1 | TS | -0,136 | TS |
| 24 | Dasuk | 0,1 | TS | -0,981 | TS | 0,626 | TS |
| 25 | Ganding | 1,22 | TS | -2,873 | S | 3,073 | S |
| 26 | Guluk Guluk | 0,1 | TS | 0,724 | TS | -1,17 | TS |
| 27 | Jepun | 0,816 | TS | -1,168 | TS | 0,734 | TS |
| 28 | Kebonagung | 0,1 | TS | 0,42 | TS | 0,19 | TS |
| 29 | Parsangan | 0,82 | TS | -1,378 | TS | 0,734 | TS |
| 30 | Rubaru | 0,1 | TS | -0,49 | TS | -0,19 | TS |
| 31 | Saronggi | 2,041 | S | -3,34 | S | 1,931 | S |
| Jumlah Signifikan | | | 5 | | 4 | | 4 |

Selanjutnya, berdasarkan hasil uji *Rank-Sum* terdapat 3 stasiun hujan (9,7%) memiliki nilai positif yaitu stasiun Kamal, stasiun Ketapang dan stasiun Ganding. Hasil uji yang signifikan mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan median antar periode data. Nilai positif dari hasil uji menunjukkan nilai median periode awal lebih besar daripada periode akhir dan sebaliknya. Sehingga dapat disimpulkan ketiga stasiun hujan di atas memiliki nilai kecenderungan menurun. Hal ini senada dengan

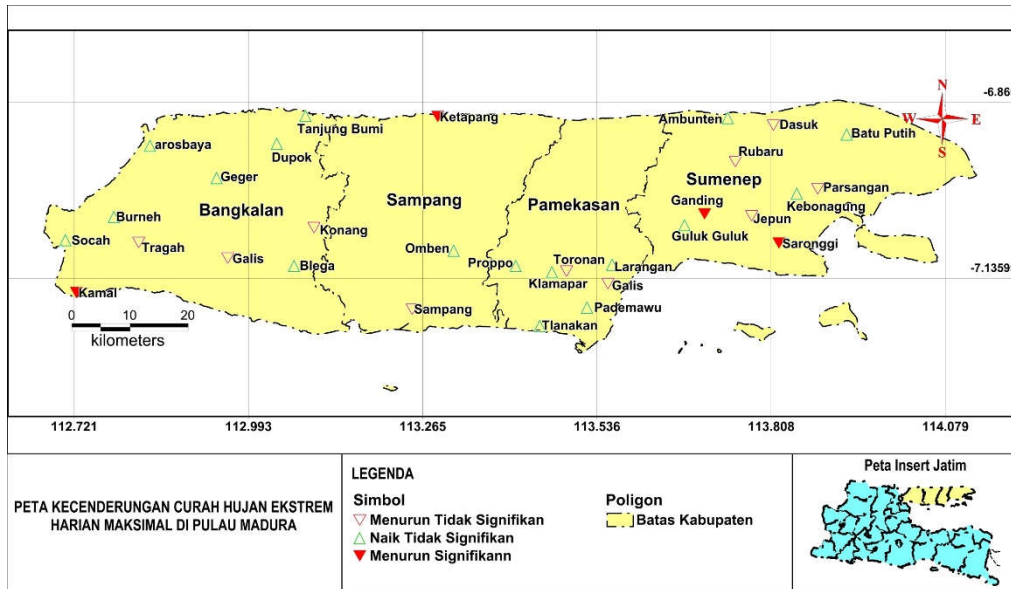
kesimpulan yang didapat dari hasil uji MK sebelumnya.

Satu stasiun lainnya (3,3%) yaitu stasiun Klampar memiliki hasil uji signifikan dengan nilai yang negatif yang mengindikasikan bahwa terdapat kecenderungan yang meningkat. Lokasi stasiun ini berada bukan di wilayah pantai sehingga memungkinkan memiliki karakteristik yang berbeda dari stasiun hujan lainnya yang berada di wilayah pantai.

Berdasarkan hasil uji tersebut, pada stasiun hujan secara keseluruhan sebanyak 27 stasiun hujan (87%) menunjukkan bahwa kondisi curah hujan tidak mengalami perubahan signifikan antar periode. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa hujan ekstrem harian maksimal pada wilayah Madura tidak mengalami perubahan yang signifikan selama periode 1991-2015.

3.3 Peta Tematik Kecenderungan Hujan

Peta tematik kecenderungan hujan merupakan peta tematik hasil dari interpretasi uji *Man-Kendall* pada 31 stasiun hujan pada wilayah kerja Madura. Peta ini menggambarkan tingkat signifikansi perubahan kecenderungan curah hujan ekstrem harian maksimal dengan arah perubahan meningkat atau menurun. Peta kecenderungan curah hujan harian maksimal disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta kecenderungan curah hujan ekstrem harian

Berdasarkan peta pada Gambar 3, diketahui bahwa terdapat tiga model kecenderungan yang terjadi, yaitu meningkat tidak signifikan sebanyak 17 lokasi (54,8%), menurun tidak signifikan pada 10 lokasi (32,3%) dan menurun signifikan pada 4 lokasi (19,9%). Stasiun hujan dengan penurunan curah hujan ekstrem harian maksimal signifikan berada di dekat pantai. Daerah yang mengalami penurunan dan kenaikan secara signifikan perlu mendapatkan perhatian yang serius. Hal ini disebabkan kenaikan kecenderungan hujan berpotensi menimbulkan bencana seperti tanah longsor dan banjir, sedangkan penurunan kecenderungan hujan dapat berakibat pada berkurangnya pasokan air sehingga berpotensi menyebabkan kekeringan dan gagal panen. Upaya mitigasi dan adaptasi pada wilayah dengan kecenderungan hujan harian meningkat atau turun signifikan perlu dilakukan sebagai upaya pencegahan dini potensi bencana dan perencanaan alokasi sumber daya air serta sistem drainase pada wilayah tersebut.

4. Kesimpulan

Hasil pengujian *Median crossing* menunjukkan bahwa secara umum data curah hujan ekstrem harian maksimal yang ada di wilayah Madura bersifat independen. Hanya terdapat 5 (16,1%) dari 31 stasiun hujan memiliki data tidak independen. Uji *Mann Kendal* menunjukkan bahwa secara umum tidak

terjadi kecenderungan pada hujan ekstrem harian maksimal yang signifikan pada keseluruhan wilayah Madura. Perubahan kecenderungan curah hujan ekstrem harian maksimal secara signifikan terjadi hanya pada 4 (12,9%) dari 31 stasiun yang ada. Stasiun hujan dengan nilai kecenderungan signifikan berasal dari tempat yang tersebar. Hasil pengujian *Rank-Sum* menunjukkan perubahan data antar periode hujan terjadi sebesar 12,9% atau 4 stasiun hujan pada curah hujan ekstrem harian maksimal dari keseluruhan stasiun hujan. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak ada perubahan data hujan antar periode secara umum di wilayah Madura.

Ucapan Terima Kasih

Publikasi didanai dari Hibah Keris LP2M tahun 2018. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian dan publikasi ini.

Daftar Pustaka

Adeloy, A. J., dan M. Montaseri. 2002. Preliminary Streamflow Data Analyses Prior To Water Resources Planning Study. *Hydrological Sciences-Journal-Des Sciences Hydrologiques.*, 45(5), 679-692.
 BMKG. 2016. *Stasiun Klimatologi Kairatu*. Seram: Klimatologi Kairatu.
 BMKG Malang. 2016. *Lokasi Penakar Hujan Manual*

- Observasi di Jawa Timur. <https://karangploso.jatim.bmkg.go.id/index.php/pr ofil/sitemap/82-peralatan-observasi-klimatologi/55555575-lokasi-penakar-hujan-manual-ombrometer-di-jawa-timur> [Diakses 18 April 2020]
- BNPB. 2016. *Risiko Bencana Indonesia*. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report*.
- Chiew, Francis, dan L. Siriwardena. 2005. *Trend User Guide. In Australia, CRC for Catchment Hydrology*. Australia: CRC for Catchment Hydrology.
- Gilli, M., dan E. Kellezi. 2006. An Application of Extreme Value Theory for Measuring Financial Risk. *Computational Economics*, 27(1), 1–23.
- Indarto, B. Santoso, dan E. M. Diniardi. 2011. Analisis Kecenderungan Data Hujan di Jawa Timur Menggunakan Metode Mann-Kendall dan Rank-Sum Test. *JTEP*, 25(1), 1–10.
- Jaiswal, R. K., A. K. Lohani, dan H. L. Tiwari. 2015. *Statistical Analysis for Change Detection and Trend Assessment in Climatological Parameter*.
- Kundzewicz, Z. W., dan A. Robson. 2000. Detecting Trend and Other Changes in Hydrological Data. *World Climate Programme - Water (May)*, 158.
- Risdiyanto, I. 2013. *Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) di Pulau Madura*. Bogor: FMIPA IPB. doi: 10.13140/RG.2.1.4545.9442.
- Sethi, R., B. K. Pandey, R. Krishan, D. Khare, dan P. C. Nayak. 2015. Performance Evaluation and Hydrological Trend Detection of A Reservoir Under Climate Change Condition. *Modeling Earth Systems and Environment*.
- Setiawan, A. and Kusnan. 2018. Studi Evaluasi Sistem Jaringan Drainase terhadap Permasalahan genangan di Kecamatan Sampang, Madura. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), pp. 209–215.
- Siswanti, Y. R., Dermawan, V. and Suhartanto, E. 2018. Rasionalisasi Jaringan Stasiun Hujan Menggunakan Metode Kagan-Rodda dengan Memperhitungkan Faktor Topografi pada DAS Sarokah, Kab. Sumenep, P. Madura. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan*, 1(2), p. 7.
- Subarna. 2014. Uji Kecenderungan Unsur-Unsur Iklim di Cekungan Bandung dengan Metode Mann-Kendall. *Berita Dirgantara*, 15(1), 1–6.
- Subarna, D. 2016. Penentuan Zona Iklim Di Pulau Jawa Dan Madura Menggunakan Sistem Informasi Geografi. *Sains dan Teknologi Atmosfer Benua Maritim Indonesia*. Bandung: CV.Media Akselerasi, pp. 1–9.
- Suliyanto. 2014. *Statistika Non Parametrik dalam Aplikasi Penelitian*.
- Suryadi, Y., D. N. Sugianto, dan Hadiyanto. 2017. Identifikasi Perubahan Suhu dan Curah Hujan serta Proyeksinya di Kota Semarang. *Biology Education Conference*, 14(1), 241–246.
- WMO. 2018. Guidelines on The Definition and Monitoring of Extreme Weather and Climate Event. Retrieved September 8, 2018, from www.wmo.int