

ISSN (p) : 2302-559X
ISSN (e) : 2549-0818



Teknik Pertanian Lampung JURNAL

Vol. 8, No. 1, Maret 2019



Jurnal Teknik
Pertanian Lampung

Volume
8

No.
1

Hal
1-64

Lampung
Maret 2019

(p) 2302-559X
(e) 2549-0818

Published by: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) merupakan publikasi ilmiah yang memuat hasil-hasil penelitian, pengembangan, kajian atau gagasan dalam bidang keteknikan pertanian. Lingkup penulisan karya ilmiah dalam jurnal ini antara lain: rekayasa sumber daya air dan lahan, bangunan dan lingkungan pertanian, rekayasa bioproses dan penanganan pasca panen, daya dan alat mesin pertanian, energi terbarukan, dan system kendali dan kecerdasan buatan dalam bidang pertanian. Mulai tahun 2019, J-TEP terbit sebanyak 4 (empat) kali dalam setahun pada bulan Maret, Juni, September, dan Desember. J-TEP terbuka untuk umum, peneliti, mahasiswa, praktisi, dan pemerhati dalam dunia keteknikan pertanian.

Chief Editor

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P

Reviewer

Prof. Dr. Ir, R.A. Bustomi Rosadi, M.S. (Universitas Lampung)
Prof. Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T (Universitas Lampung)
Prof. Dr. Indarto, DAE (Universitas Negeri Jember)
Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc. (Universitas Lampung)
Dr. Nur Aini Iswati Hasanah, S.T., M.Si (Universitas Islam Indonesia)
Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr (Universitas Lampung)
Dr. Sri Waluyo, S.TP, M.Si (Universitas Lampung)
Dr. Ir. Sigit Prabawa, M.Si (Universitas Negeri Sebelas Maret)
Dr. Eng. Dewi Agustina Iriani, S.T., M.T (Universitas Lampung)
Dr. Slamet Widodo, S.TP., M.Sc (Institut Pertanian Bogor)
Dr. Ir. Agung Prabowo, M.P (Balai Besar Mekanisasi Pertanian)
Dr. Kiman Siregar, S. TP., M.Si (Universitas Syah Kuala)
Dr. Ansar, S.TP., M.Si (Universitas Mataram)
Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc. (Universitas Lampung)

Editorial Boards

Dr. Warji, S.TP, M.Si
Cicik Sugianti, S.TP, M.Si
Elhamida Rezki Amien S.TP, M.Si
Winda Rahmawati S.TP, M.Si
Enky Alvenher, S.TP

Jurnal Teknik Pertanian diterbitkan oleh Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung.

Alamat Redaksi J-TEP:

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brodjonegoro No.1, Telp. 0721-701609 ext. 846
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
Email : jurnal_tep@fp.unila.ac.id dan ae.journal@yahoo.com

PENGANTAR REDAKSI

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah yang Maha Kuasa, Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) Volume 8 No 1, bulan Maret 2019 dapat diterbitkan. Pada edisi kali ini dimuat 7 (tujuh) artikel yang merupakan karya tulis ilmiah dari berbagai bidang kajian dalam dunia Keteknikan Pertanian yang meliputi studi efektifitas *herbiciding* gulma, uji kinerja mesin pasteurisasi tipe kontinyu, aplikasi sistem informasi geografis untuk analisis potensi alat dan mesin pertanian, analisis kecenderungan dan variabilitas spasial hujan ekstrim 1-harian, pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap perubahan pH dan warna nira aren, kinerja jaringan irigasi tingkat tersier, dan analisis kinerja pemanggang ubi cilembu.

Pada kesempatan kali ini kami menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para penulis atas kontribusinya dalam Jurnal TEP dan kepada para reviewer/penelaah jurnal ini atas peran sertanya dalam meningkatkan mutu karya tulis ilmiah yang diterbitkan dalam edisi ini.

Akhir kata, semoga Jurnal TEP ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang keteknikan pertanian.

Editorial J TEP-Lampung

ISSN (p): 2302-559X

ISSN (e): 2549-0818

Daftar isi

Pengantar Redaksi

STUDI EFEKTIFITAS HERBICIDING GULMA LAHAN KERING PADA BERBAGAI METODE PENGABUTAN <i>Gatot Pramuhadi, Muhammad Naufan Rais Ibrahim, Henry Haryanto, Johannes</i>	1-9
UJI KINERJA UNIT MESIN PASTEURISASI TIPE KONTINYU UNTUK PENGOLAHAN SARI BUAH SIRSAK <i>Suparlan, Uning Budiharti, Astu Unadi</i>	10-19
APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK ANALISIS POTENSI ALAT DAN MESIN PERTANIAN LAMPUNG TENGAH <i>Dodi Setiawan, Mohamad Amin, Sandi Asmara, Ridwan</i>	20-28
ANALISIS KECENDERUNGAN DAN VARIABILITAS SPASIAL HUJAN EKSTRIM 1-HARIAN DI WILAYAH KERJA UPT PSDA PASURUAN PERIODE 1980-2015 <i>Muh.Dian Nurul Hidayat, Askin Askin, Indarto Indarto</i>	29-39
PENGARUH SUHU DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP PERUBAHAN PH DAN WARNA NIRA AREN (<i>Arenga pinnata</i> Merr) SETELAH PENYADAPAN <i>Ansar, Nazaruddin, Atri Dewi Azis</i>	40-48
KINERJA JARINGAN IRIGASI TINGKAT TERSIER UPTD TRIMURJO DAERAH IRIGASI PUNGGUR UTARA <i>Haposan Simorangkir, Ridwan, M.Zen Kadir, M.Amin</i>	49-56
ANALISIS KINERJA PEMANGGANGAN UBI CILEMBU (<i>Ipomoea Batatas</i> L) MENGGUNAKAN OVEN BERBAHAN BAKAR LIQUIFIED PETROLEUM GAS (LPG) <i>Ahmad Thoriq, Asri Widyasanti</i>	57-64

PEDOMAN PENULISAN ARTIKEL BAGI PENULIS

- 1) **Naskah:** Redaksi menerima sumbangan naskah/tulisan ilmiah dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, dengan batasan sebagai berikut :
 - a. Naskah diketik pada kertas ukuran A4 (210mm x 297mm) dengan 2 spasi dan ukuran huruf Times New Roman 12pt. Jarak tepi kiri, kanan, atas, dan bawah masing-masing 3 cm. Panjang naskah tidak melebihi 20 halaman termasuk abstrak, daftar pustaka, tabel dan gambar. **Semua tabel dan gambar ditempatkan terpisah pada bagian akhir naskah (tidak disisipkan dalam naskah)** dengan penomoran sesuai dengan yang tertera dalam naskah. Naskah disusun dengan urutan sebagai berikut: Judul; Nama Penulis disertai dengan catatan kaki tentang instansi tempat bekerja; Pendahuluan; Bahan dan Metode; Hasil dan Pembahasan; Kesimpulan dan Saran; Daftar Pustaka; serta Lampiran jika diperlukan. Template penulisan dapat didownload di <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
 - b. **Abstrak (Abstract)** dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, tidak lebih dari 200 kata. Mengandung informasi yang tertuang dalam penulisan dan mudah untuk dipahami. Ringkasan (abstract) harus memuat secara singkat latar belakang, tujuan, metode, serta kesimpulan dan yang merupakan *high light* hasil penelitian.
 - c. **Pendahuluan:** memuat latar belakang masalah yang mendorong dilaksanakannya perekayasaan dan penelitian, sitasi dari temuan-temuan terdahulu yang berkaitan dan relevan, serta tujuan perekayasaan atau penelitian.
 - d. **Bahan dan Metoda:** secara jelas menerangkan bahan dan metodologi yang digunakan dalam perekayasaan atau penelitian berikut dengan lokasi dan waktu pelaksanaan, serta analisis statistik yang digunakan. Rujukan diberikan kepada metoda yang spesifik.
 - e. **Hasil dan Pembahasan:** Memuat hasil-hasil perekayasaan atau penelitian yang diperoleh dan kaitannya dengan bagaimana hasil tersebut dapat memecahkan masalah serta implikasinya. Persamaan dan perbedaannya dengan hasil perekayasaan atau penelitian terdahulu serta prospek pengembangannya. Hasil dapat disajikan dengan menampilkan gambar, grafik, ataupun tabel.
 - f. **Kesimpulan dan Saran:** memuat hal-hal penting dari hasil penelitian dan kontribusinya untuk mengatasi masalah serta saran yang diperlukan untuk arah perekayasaan dan penelitian lebih lanjut.
 - g. **Daftar Pustaka:** disusun secara alfabetis menurut penulis, dengan susunan dan format sebagai berikut: Nama penulis didahului nama family/nama terakhir diikuti huruf pertama nama kecil atau nama pertama. Untuk penulis kedua dan seterusnya ditulis kebalikannya. Contoh:
 - Kepustakaan dari Jurnal:
Tusi, Ahmad, dan R.A. Bustomi Rosadi. 2009. *Aplikasi Irigasi Defisit pada Tanaman Jagung*. Jurnal Irigasi. 4(2): 120-130.
 - Kepustakaan dari Buku:
Keller, J., and R.D. Bleisner. 1990. *Sprinkle and Trickle Irrigation*. AVI Publishing Company Inc. New York, USA.
 - h. **Satuan:** Satuan harus menggunakan system internasional (SI), contoh : m (meter), N (newton), °C (temperature), kW dan W (daya), dll.
- 2) **Penyampaian Naskah:** Naskah/karya ilmiah dapat dikirimkan ke alamat dalam bentuk *soft copy* ke :
Redaksi J-TEP (Jurnal Teknik Pertanian Unila)
Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian
Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brodjonegoro No. 1
Telp. 0721-701609 ext. 846
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
Email : ae.journal@yahoo.com
- 3) Selama proses penerimaan karya ilmiah, penelaahan oleh Reviewer, sampai diterimanya makalah untuk diterbitkan dalam jurnal akan dikonfirmasi kepada penulis melalui email.
- 4) Reviewer berhak melakukan penilaian, koreksi, menambah atau mengurangi isi naskah/tulisan bila dianggap perlu, tanpa mengurangi maksud dan tujuan penulisan.

ANALISIS KECENDERUNGAN DAN VARIABILITAS SPASIAL HUJAN EKSTRIM 1-HARIAN DI WILAYAH KERJA UPT PSDA PASURUAN PERIODE 1980-2015

TRENDS ANALYSIS AND SPATIAL VARIABILITY OF EXTREME 1-DAY RAINFALL IN THE AREA OF UPT PSDA PASURUAN ON 1980-2015

Muh. Dian Nurul Hidayat¹, Askin Askin¹, Indarto Indarto^{1✉}

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

✉Komunikasi penulis, email: indarto.ftp@unej.ac.id

DOI:<http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v8i1.29-39>

Naskah ini diterima pada 11 September 2018; revisi pada 19 Januari 2019;
disetujui untuk dipublikasikan pada 22 Januari 2019

ABSTRACT

This study aimed to analyze trends, shift and spatial variability of extreme-rainfall in the area of UPT PSDA Pasuruan. The daily rainfall data from 64 stations from 1980 until 2015 were used as main input. The 1-day extreme rainfall data is determined as the maximum annual of 24-hour rainfall events. The statistical analysis used Mann-Kendall, Rank-Sum, and Median Crossing Test with significance level $\alpha = 0,05$. The spatial variability of extreme rainfall data was described using average annual 24-hour rainfall during the periods of record. Each station was represented by one value. The values were then interpolated using IDW interpolation methods to maps the spatial variability of an extreme rainfall event. The results generated the value of statistical related to the trend, shift, and randomness of data for each station. The result also produced thematic maps showing the spatial variability of extreme rainfall and the value of each trend.

Keywords: 1-day rainfall, extreme, trend, randomness, shift, spatial variability

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kecenderungan, perubahan dan variabilitas spasial hujan ekstrim di wilayah UPT PSDA di Pasuruan. Data hujan harian dari 64 lokasi dengan periode dari 1980 hingga 2015 digunakan sebagai input utama. Hujan ekstrem harian ditentukan dari hujan 24 jam yang paling maksimal dalam 1 tahun. Analisis statistik menggunakan uji *Mann-Kendall*, *Rank-Sum*, dan *Median Crossing* dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Analisis variabilitas spasial menggunakan nilai rerata hujan 24-jam maksimal selama periode rekaman yang ada. Setiap stasiun diwakili oleh satu nilai rerata. Nilai rerata hujan 24-jam maksimal tersebut selanjutnya diinterpolasi menggunakan metode interpolasi IDW untuk memetakan variabilitas spasial hujan ekstrem. Penelitian menghasilkan nilai statistik terkait dengan kecenderungan, pergeseran dan keacakan data pada tiap stasiun. Penelitian juga menghasilkan peta tematik yang menggambarkan variabilitas spasial hujan ekstrem harian dan nilai kecenderungan pada tiap stasiun.

Kata kunci: acak, ekstrim, hujan 1-harian, kecenderungan, perubahan, variabilitas spasial

I. PENDAHULUAN

Hujan merupakan salah satu bagian dari siklus hidrologi yang selalu berubah dalam skala waktu (*time series*). Curah hujan ekstrim terjadi ketika intensitas hujan lebat atau $\geq 50\text{mm/hari}$ (Badan Meteorologi Klimatologi

dan Geofisika, 2010). Kecenderungan (*trend*) merupakan perubahan granular (perubahan naik atau turun) faktor hidrologi terhadap waktu (Soemarto, 1997). Analisis kecenderungan dan perubahan variabel hidrologi seperti hujan ekstrim dapat dilakukan pendekatan dengan metode

statistik. Zbigniew (2000), Helsel dan Hirsch (2002) dan Härdle *et al.*, (2015) telah merangkum beberapa prinsip metode statistik dapat digunakan untuk mendeteksi kecenderungan dan perubahan iklim yang termuat dalam publikasi buku teks serta laporan. Penelitian terkait kecenderungan telah banyak dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui, membandingkan metode ataupun untuk mengetahui kecenderungan beberapa unsur iklim seperti curah hujan, temperatur dan evaporasi (Subarna, 2014). Analisis kecenderungan hujan (tahunan, ekstrim, dan bulanan) di beberapa negara, sudah umum dilakukan, misalnya di India (Kumar *et al.*, 2010), di China (Jun *et al.*, 2012; Wei *et al.*, 2017), di Australia (Hajani *et al.*, 2014); dan Malaysia (Zin *et al.*, 2010; Faizah *et al.*, 2016). Di Indonesia, Komalasari (2017) melakukan analisis karakteristik curah hujan ekstrim untuk pulau Jawa dan proyeksinya di masa depan.

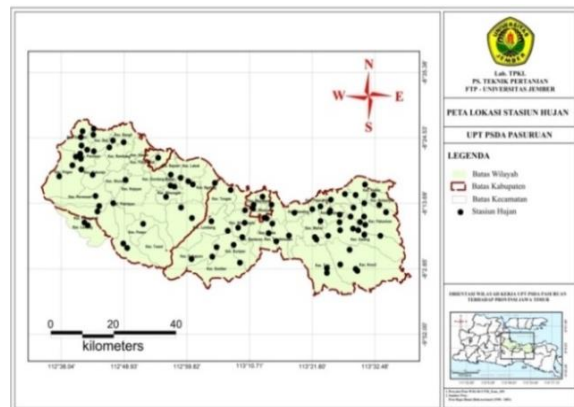
Metode statistik untuk mendeteksi kecenderungan dan perubahan hidrologi pada data rentang waktu (*time series*) juga telah terangkum dalam perangkat lunak atau TOOL tertentu. Salah satu contoh aplikasi perangkat lunak tersebut adalah TREND Detection (Chiew dan Siriwardena, 2005). TREND Detection merupakan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menguji statistik kecenderungan (*trend*), perubahan (*change*), lompatan (*jump*), dan keacakan (*randomness*) yang mungkin terjadi dalam variabel hidrologi suatu data rentang waktu. Penggunaan aplikasi TREND telah dipergunakan untuk mendeteksi kecenderungan aliran permukaan di Barat Daya Australia Barat (Durrant dan Byleveld, 2009). Analisis kecenderungan dan perubahan hujan menggunakan tool tersebut di beberapa wilayah di Jawa Timur juga sudah dilakukan. Indarto *et al.* (2011) menganalisis kecenderungan dan perubahan hujan tahunan pada 9 stasiun hujan di Jawa Timur. Analisis serupa dilanjutkan pada sub-wilayah yang lebih sempit atau per wilayah kerja UPT menggunakan data hujan yang lebih lengkap. Studi yang dilakukan oleh Ghazi *et al.* (2018), menggunakan data hujan tahunan. Penelitian menggunakan hujan di wilayah UPT PSDA Pasuruan.

Hujan ekstrem 1-harian didefinisikan sebagai hujan dengan durasi 1 hari (24-jam) yang paling maksimal dalam 1 tahun. Dikatakan hujan ekstrem, karena kumulatif tebal hujan dalam 24-jam yang paling maksimal dapat melebihi jumlah kumulatif hujan yang jatuh dalam 2, 3 atau selama seminggu. Hujan ekstrem semacam ini berpotensi untuk menimbulkan bencana.

Penelitian terkait dengan analisis spasial di wilayah yang sama telah dilakukan untuk hujan tahunan (Askin *et al.*, 2017) dan hujan bulanan (Dimas *et al.*, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kecenderungan (*trend*), pergeseran atau perubahan (*shift*), keacakan data (*randomness*) dan variabilitas spasial hujan ekstrim 1-hari-an di wilayah UPT PSDA di Pasuruan.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di wilayah kerja UPT PSDA (Unit Pelaksana Teknis – Pengelolaan Sumber Daya Air) di Pasuruan. Wilayah kerja UPT PSDA Pasuruan meliputi Kota Pasuruan, Kota Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Probolinggo dan Kecamatan Lawang (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan April sampai Agustus 2018. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (Lab. TPKL), Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah PC/laptop yang sudah terinstal

perangkat lunak Microsoft Excel 2010, *TREND (Trend Detection)* (Chiew dan Siriwardena, 2005), dan aplikasi GIS. Data curah hujan harian diperoleh dari kantor UPT PSDA melalui beberapa skema kerjasama.

2.1. Prosedur Penelitian

2.1.1 Inventarisasi Data

Data hujan dari 93 stasiun hujan di wilayah kerja UPT. Selanjutnya, dipilih stasiun hujan yang memiliki periode rekaman data ≥ 20 tahun secara kontinyu. Akhirnya, sejumlah 64 stasiun hujan dipilih dalam penelitian ini (Tabel 1).

2.1.2 Analisis Pendahuluan

Analisis pendahuluan dilakukan untuk menggambarkan distribusi hujan hujan ekstrim (1-harian) pada setiap stasiun hujan. Hujan 1-harian didefinisikan hujan harian atau 24-jam, selanjutnya untuk setiap data stasiun hujan hujan harian diambil nilai yang maksimal tiap tahun sebagai hujan ekstrim 1-harian. Distribusi hujan ekstrim 1-harian disajikan dalam bentuk grafik dan histogram. Sebelum diuji statistik data hujan yang telah terseleksi tersebut, selanjutnya diformat ke dalam dua kolom (*.csv yang berisi tahun dan data). Selanjutnya, analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak *TREND Detection* (Chiew dan Siriwardena, 2005).

2.1.3 Analisis Statistik

Analisis dilakukan per stasiun hujan, dari tahun 1980 sampai tahun 2015, sehingga didapatkan jumlah data hujan 24-jam maksimal sebanyak 35 sampel. Jumlah sampel tersebut cukup memadai untuk uji statistik terkait dengan kecenderungan. Pada penelitian ini, analisis statistik menggunakan tiga metode non-parametrik yaitu, (1) *Uji Mann-Kendall (MK)*, (2) *Uji Rank-Sum (RS)*, dan (3) *Uji Median Crossing (MC)*. Data rentang waktu hidrologi umumnya tidak berdistribusi normal, sehingga metode non-parametrik tersebut sangat tepat diterapkan untuk analisis kecenderungan hujan ekstrim (Chiew dan Siriwardena, 2005). Selain itu, penggunaan metode non-parametrik relatif tidak terpengaruh oleh distribusi data (Hirsch *et al.*, 1993).

a. Uji Mann Kendall

Uji Mann-Kendall (MK) merupakan uji statistik yang direkomendasikan WMO untuk mengujikecenderungan dan meteorologi (World Meteorological Organization, 1988). Muharsyah (2012) menyatakan bahwa metode MK lebih akurat dari pada uji Regresi Linier. Nilai Z hitung uji MK di hitung dengan persamaan (1) (Hirsch *et al.*, 1993).

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

dimana S adalah nilai statistik = $P - M$; P adalah jumlah nilai $R_j > R_i$; M adalah jumlah nilai $R_j < R_i$; R_i adalah rangking relatif hujan ekstrim tahun ke - i; R_j adalah rangking relatif hujan ekstrim tahun ke - j (i + 1 hingga n); dan Var (S) adalah varian nilai statistic yang dihitung dengan:

$$\text{Var}(S) = n(n-1)(2n+5)/18 \quad (2)$$

Nilai Z mengikuti distribusi normal, nilai Z positif menggambarkan *trend* naik dan sebaliknya. Hipotesis nol (H_0) ditolak apabila $|Z| > Z_{(1-\alpha/2)}$, maka terdapat kecenderungan hujan ekstrim. Tingkat signifikansi yang dipergunakan yaitu $\alpha_{0,05}$.

b. Uji Rank Sum

Uji Rank Sum (RS) merupakan uji statistik yang digunakan untuk melihat perubahan data antara periode (awal dan akhir) berdasarkan rangking relatif (Helsel dan Hirsch, 2002). Pembagian periode awal dan akhir dengan cara membagi data pengamatan tiap stasiun hujan ke dalam dua periode sama panjangnya. Nilai Z uji RS dihitung dengan Persamaan (3).

$$Z = \begin{cases} \frac{W-0,5-\mu}{\sigma} & \text{Jika } W > \mu \\ 0 & \text{Jika } W = \mu \\ \frac{W+0,5-\mu}{\sigma} & \text{Jika } W < \mu \end{cases} \quad (3)$$

Tabel 1. Daftar Stasiun Hujan yang Dipergunakan

No.	Nama Stasiun	Kabupaten/ Kotamadya	Data Tersedia		
			Awal	Akhir	Jumlah
1	Adiboyo	Probolinggo	1987	2015	29
2	Arah Makam	Probolinggo	1986	2015	30
3	Asemjajar	Probolinggo	1986	2015	30
4	Bago	Probolinggo	1986	2015	30
5	Bantaran	Probolinggo	1987	2015	29
6	Banyu Anyar	Probolinggo	1986	2015	30
7	Batur	Probolinggo	1986	2015	30
8	Bayeman	Probolinggo	1986	2015	30
9	Bermi	Probolinggo	1986	2015	30
10	Besuk	Probolinggo	1986	2015	30
11	Boto Gerdu	Probolinggo	1986	2015	30
12	Condong	Probolinggo	1987	2015	29
13	Dringu	Probolinggo	1987	2015	29
14	Gending	Probolinggo	1987	2015	29
15	Glagah	Probolinggo	1986	2015	30
16	Gunggungan Kidul	Probolinggo	1986	2015	30
17	Jabung	Probolinggo	1986	2015	30
18	Jati Ampuh	Probolinggo	1987	2015	29
19	Jorongan	Probolinggo	1987	2015	29
20	Jurangjero	Probolinggo	1986	2015	30
21	Kademangan	Probolinggo	1987	2015	29
22	Kalidandan	Probolinggo	1986	2015	30
23	Kandangjati	Probolinggo	1986	2015	30
24	Katimoho	Probolinggo	1986	2015	30
25	Kedung Sumur	Probolinggo	1986	2015	30
26	Kertosuko	Probolinggo	1986	2015	30
27	Klampok'an	Probolinggo	1986	2015	30
28	Kotaanyar	Probolinggo	1986	2015	30
29	Krasak	Probolinggo	1986	2015	30
30	Krejengan	Probolinggo	1986	2015	30
31	Krucil	Probolinggo	1986	2015	30
32	Leces	Probolinggo	1987	2015	29
33	Lumbang	Probolinggo	1986	2015	30
34	Malasan	Probolinggo	1987	2015	29
35	Muneng	Probolinggo	1986	2015	30
36	Paiton	Probolinggo	1986	2015	30
37	Pajarakan	Probolinggo	1987	2015	29
38	Pakis Taji	Probolinggo	1986	2015	30
39	Pakuniran	Probolinggo	1986	2015	30
40	Pandanlaras	Probolinggo	1986	2015	30
41	Patalan	Probolinggo	1986	2015	30
42	Pekalen	Probolinggo	1987	2015	29
43	Ronggotali	Probolinggo	1987	2015	29
44	Sbr. Bendo	Probolinggo	1986	2015	30
45	Sbr. Bulu	Probolinggo	1987	2015	29
46	Segaran	Probolinggo	1987	2015	29
47	Soka'an	Probolinggo	1986	2015	30
48	Triwung Kidul	Probolinggo	1986	2015	30
49	Wangkal	Probolinggo	1986	2015	30
50	Badong	Pasuruan	1991	2015	25
51	Bangil	Pasuruan	1980	2015	36
52	Banyulegi	Pasuruan	1980	2015	36
53	Bekacak	Pasuruan	1980	2015	36
54	Gempol	Pasuruan	1980	2015	36
55	Jawi	Pasuruan	1980	2015	36
56	Jembrung	Pasuruan	1980	2015	36
57	Kasri	Pasuruan	1994	2015	22
58	Kepulungan	Pasuruan	1980	2015	36
59	Pager	Pasuruan	1980	2015	36
60	Prigen	Pasuruan	1993	2015	23
61	Randupitu	Pasuruan	1980	2015	36
62	Telebuk	Pasuruan	1980	2015	36
63	Tutur	Pasuruan	1980	2015	36
64	Wilo	Pasuruan	1980	2015	36

dimana W adalah jumlah rangking dalam data/group kecil ($W = n$); μ adalah mean = $n(N+1)/2$; σ adalah varian, dihitung dari:

$$\sigma = \sqrt{\frac{nm(N+1)}{12}} \quad (4)$$

Nilai Z mengikuti distribusi normal, nilai Z positif menunjukkan median periode sebelumnya (awal) lebih besar daripada median setelahnya (akhir) dan sebaliknya. Hipotesis nol (H_0) ditolak apabila $|Z| > Z_{(1-\alpha/2)}$, maka terdapat perubahan atau perbedaan hujan ekstrim antara periode awal dan akhir. Tingkat signifikansi yang dipergunakan yaitu $\alpha = 0,05$.

c. Uji Median Crossing

Uji Median Crossing (MC) merupakan uji statistik non-parametrik yang digunakan untuk mengetahui keakteristik data, apakah data berasal dari proses acak atau tidak, berdasarkan mediannya. Setiap n nilai rentang waktu diganti dengan 0 jika $x_i < x_{\text{median}}$ dan diganti dengan 1 jika $x_i > x_{\text{median}}$. Jika rentang waktu berasal dari proses acak, maka m (banyaknya nilai 0 diikuti oleh 1 atau 1 diikuti dengan 0) diperkirakan terdistribusi normal (Chiew dan Siriwardena 2005). Nilai Z uji MC dihitung dengan persamaan (5):

$$Z = \frac{|m-\mu|}{\sigma^{0.5}} \quad (5)$$

dimana n adalah banyak tahun data hujan; m adalah banyak nilai 0 diikuti dengan 1 dan sebaliknya; μ adalah mean = $(n-1)/2$; dan σ adalah varian = $(n-1)/4$.

Hipotesis nol [H_0] ditolak apabila $Z > Z_{(1-\alpha/2)}$, maka data hujan ekstrim tidak berasal dari proses acak. Tingkat signifikansi yang dipergunakan yaitu $\alpha_{0,05}$.

2.1.4 Interpretasi Hasil

Hasil pengolahan data ditampilkan dalam bentuk grafik maupun tabel. Kemudian ditarik kesimpulan. Hasil kesimpulan dijadikan dasar dalam pembuatan peta tematik.

2.1.5 Analisis Variabilitas Spasial

Analisis variabilitas spasial dilakukan dengan menggunakan nilai rerata data hujan ekstrem

harian selama ± 35 tahun. Setiap stasiun diwakili oleh 1 nilai rerata. Selanjutnya, digunakan metode interpolasi untuk menggambarkan variabilitas spasial dalam bentuk peta tematik. Variabilitas spasial digambarkan dalam bentuk peta tematik distribusi spasial hujan ekstrem 1-harian. Metode *Interpolasi Inverse Distance Weigthing (IDW)* Johnston *et al.* (2001), De Smith *et al.* (2007), digunakan untuk interpolasi data hujan ekstrem 1-harian pada ke 64 titik menjadi peta tematik. Interpolasi IDW pada penelitian ini mengikuti prosedur yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya (Indarto, 2011, 2013a, 2013b).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Pendahuluan

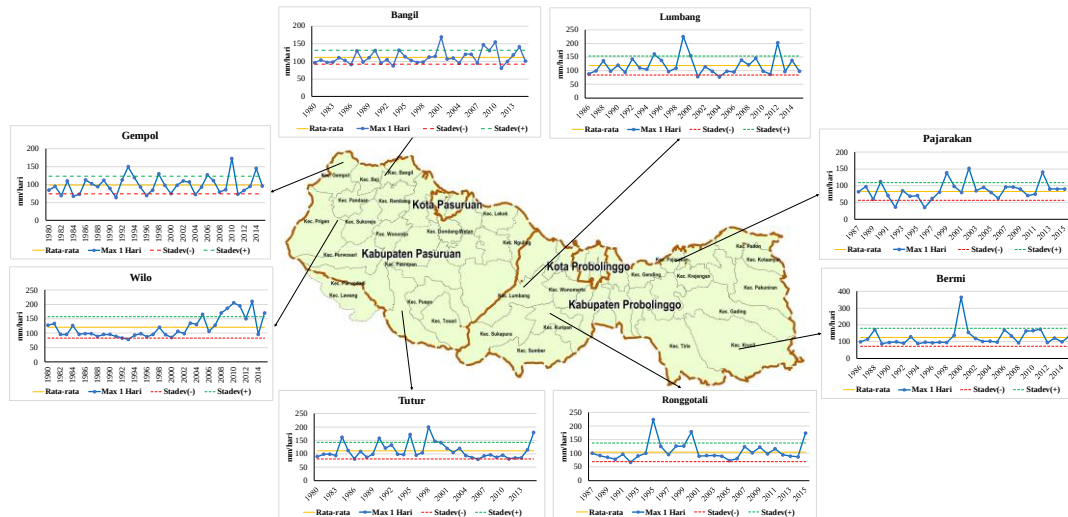
Gambar 2 menampilkan peta distribusi hujan ekstrim (1-harian), visualisasi dilakukan pada 8 lokasi stasiun hujan. Ke delapan (8) lokasi tersebut dipilih untuk mewakili lokasi dengan ketinggian yang berbeda. Stasiun tersebut juga dipilih untuk menggambarkan hujan yang jatuh pada sub-wilayah yang berbeda, sehingga dapat menggambarkan secara kasar distribusi hujan ekstrem 1-harian pada semua bagian wilayah studi. Secara umum, dapat dikatakan bahwa hujan ekstrim rerata di wilayah kajian berada pada rentang 85 – 145 mm/hari. Hujan terendah berada pada Kecamatan Pajarakan yang berbatasan langsung dengan pantai.

Frekuensi hujan ekstrim yang paling sering terjadi berkisar antara 100-150 mm/hari. Distribusi frekuensi (Gambar 3) juga menunjukkan kecenderungan tidak mengikuti distribusi normal (kurva histogram condong ke kiri).

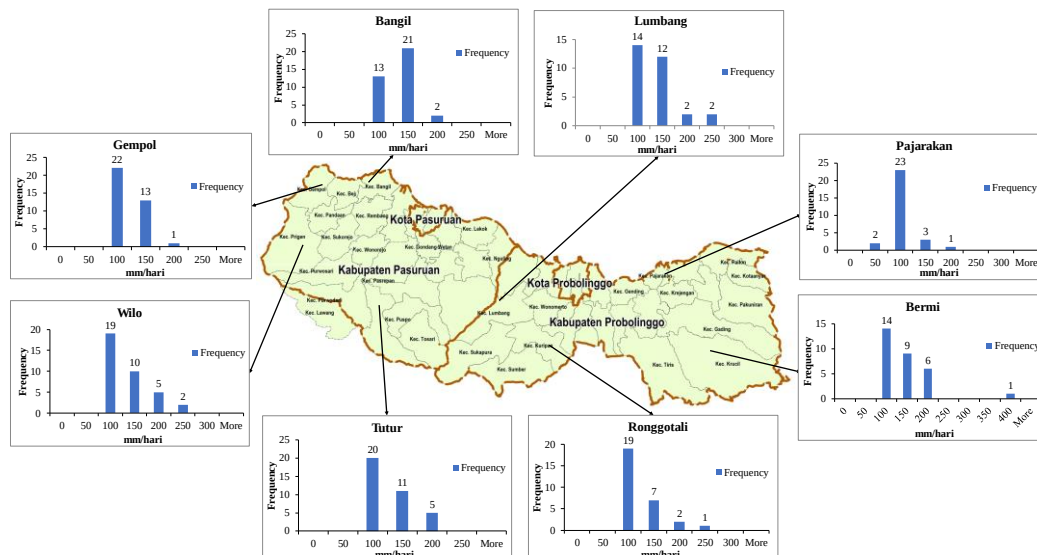
3.2. Uji Statistik

3.2.1 Hasil Uji Mann-Kendall (MK)

Hasil uji MK menunjukkan ada kecenderungan hujan ekstrim apabila nilai Z hitung melebihi nilai kritisnya ($\alpha_{0,05} = 1,96$). Nilai Z di bawah nilai kritis menunjukkan kecenderungan tidak signifikan atau tidak ada kecenderungan. Kecenderungan hujan naik ditunjukkan dengan nilai Z positif dan kecenderungan



Gambar 2. Distribusi Hujan Ekstrim (1-Harian) pada 8 Stasiun



Gambar 3. Distribusi Frekuensi Hujan Ekstrim (1-Harian) pada 8 Stasiun

hujan turun ditunjukkan dengan nilai Z negatif. Tabel 2 menampilkan contoh hasil uji MK pada 10 stasiun hujan.

Stasiun hujan Wilo merupakan salah satu stasiun hujan yang mengalami kecenderungan hujan naik (Tabel 2). Hasil uji MK dari 64 lokasi, hanya 11 lokasi (17,19%) yang menunjukkan kecenderungan hujan meningkat secara signifikan. Lokasi stasiun lain-nya (82,81%) tidak ada kecenderungan. Terdapat 36 lokasi ada kecenderungan naik tidak signifikan, 15 lokasi cenderung turun

tidak signifikan dan 2 lokasi tidak terdapat kecenderungan (Nilai Z sama dengan 0).

3.2.2 Hasil Uji Rank Sum (RS)

Uji RS menunjukkan terjadi perubahan hujan ekstrim apabila nilai Z hitung melebihi nilai kritisnya ($\alpha_{0,05} = 1,96$). Nilai Z positif menunjukkan adanya perubahan hujan ekstrim menurun atau median hujan ekstrim antara periode sebelumnya lebih besar daripada periode setelah-nya (kecenderungan hujan ekstrim menurun) dan sebaliknya. Tabel 3

menampilkan hasil dari uji RS dari 10 stasiun hujan.

Hasil uji RS menunjukkan 9 lokasi (14,06%) mengalami perubahan meningkat signifikan dan 1 lokasi (1,56%) mengalami perubahan menurun signifikan antar periode. Sedangkan perubahan tidak signifikan terdapat pada 54 lokasi (84,38%), dengan rincian 32 lokasi stasiun mengalami kenaikan tidak signifikan dan 22 stasiun menurun tidak signifikan.

Tabel 2. Hasil Uji Mann-Kendall

No.	Nama Stasiun	Nilai Kritis	Hujan 2 Hari	
			Nilai Z	Hasil
1	Adiboyo	1,96	1,69	Tidak ada
2	Bangil	1,96	1,83	Tidak ada
3	Bermi	1,96	1,73	Tidak ada
4	Gempol	1,96	0,91	Tidak ada
5	Lumbang	1,96	0,04	Tidak ada
6	Pajarakan	1,96	1,22	Tidak ada
7	Prigen	1,96	1,16	Tidak ada
8	Ronggojati	1,96	0,36	Tidak ada
9	Tutur	1,96	-1,09	Tidak ada
10	Wilo	1,96	3,065	Ada

Tabel 3. Hasil Uji Rank-Sum

No	Nama Stasiun	Nilai Kritis	Hujan 2 Hari	
			Nilai Z	Hasil
1	Adiboyo	1,96	-1,16	Tidak beda
2	Bangil	1,96	-1,76	Tidak beda
3	Bermi	1,96	-1,87	Tidak beda
4	Gempol	1,96	-0,93	Tidak beda
5	Lumbang	1,96	1,08	Tidak beda
6	Pajarakan	1,96	-1,94	Tidak beda
7	Prigen	1,96	-0,83	Ada beda
8	Ronggojati	1,96	0,85	Tidak beda
9	Tutur	1,96	0,71	Tidak beda
10	Wilo	1,96	-3,53	Ada beda

3.2.3 Hasil Uji Median Crossing (MC)

Uji MC digunakan untuk melihat karakteristik data dengan membandingkan tiap data terhadap mediannya. Nilai Z melebihi dari nilai kritis ($\alpha_{0,05}$) menunjukkan data hujan ekstrim tidak berasal dari proses acak. Tabel 4 merupakan hasil uji MC dari 10 stasiun hujan. Stasiun hujan Ronggojati merupakan salah satu stasiun hujan yang menunjukkan hasil signifikan atau data hujan ekstrim tidak acak (Tabel 4). Hasil uji MC dari 64 lokasi stasiun hujan yang dipergunakan, menunjukkan hasil signifikan atau data hujan tidak berasal dari proses acak di 6 lokasi (9,37%). Sedangkan

hasil uji MC tidak signifikan atau berasal dari proses acak pada 58 lokasi (90,63%), dengan rincian dari 58 stasiun hujan tersebut terdapat 2 lokasi (3,13%) memiliki nilai Z sama dengan 0. Secara keseluruhan data curah hujan ekstrim di wilayah UPT PSDA di Pasuruan berasal dari proses acak.

Tabel 4. Hasil Uji Median Crossing

No.	Nama Stasiun	Nilai Kritis	Hujan 2 Hari	
			Niai Z	Hasil
1	Adiboyo	1.96	0,38	Data acak
2	Bangil	1.96	0,51	Data acak
3	Bermi	1.96	0,19	Data acak
4	Gempol	1.96	0,51	Data acak
5	Lumbang	1.96	1,20	Data acak
6	Pajarakan	1.96	0,76	Data acak
7	Prigen	1.96	1,71	Data acak
8	Ronggojati	1.96	2,27	Data tak acak
9	Tutur	1.96	1,52	Data acak
10	Wilo	1.96	1,86	Data acak

Data rentang waktu hidrologi tidak berdistribusi normal, sehingga metode non-parametrik tersebut sangat tepat untuk diterapkan untuk analisis kecenderungan hujan ekstrim (Chiew dan Siriwardena, 2005). Selain itu, penggunaan metode non-parametrik relatif tidak terpengaruh oleh distribusi data (Hirsch *et al.*, 1993). Pada data hujan yang menunjukkan data tidak berasal dari proses acak, maka kemungkinan distribusi miring positif dan kemungkinan tergantung pada tahun sebelumnya (Turner *et al.*, 2012).

3.3. Peta Tematik Kecenderungan Hujan Ekstrim

Peta tematik (Gambar 4) menunjukkan sebaran spasial kecenderungan hujan ekstrim hasil uji MK dengan tingkat signifikasi $\alpha_{0,05}$. Kecenderungan hujan ekstrim naik signifikan ditunjukkan dengan simbol segitiga berwarna merah, turun signifikan segitiga terbalik berwarna hijau, kecenderungan tidak signifikan lingkaran dan silang (nilai Z sama dengan 0) berwarna hitam. Gambar 4 menunjukkan sebagian besar wilayah UPT PSDA di Pasuruan tidak mengalami kecenderungan hujan ekstrim. Hal tersebut ditunjukkan hanya terdapat 11 stasiun hujan yang mengalami kecenderungan hujan ekstrim naik signifikan.

Stasiun hujan yang mengalami kecenderungan

hujan ekstrim naik signifikan berada pada Kecamatan Bantaran, Leces, Krenjengan, Krucil dan Wonomerto (Kabupaten Probolinggo) dan Kecamatan Prigen dan Sukorejo (Kabupaten Pasuruan).

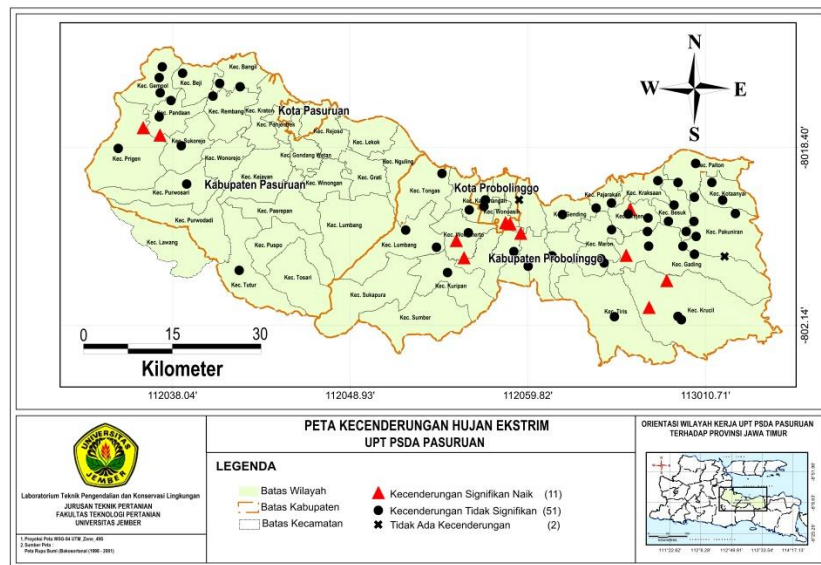
3.4. Kecenderungan Hujan Ekstrim

Gambar 5 menampilkan grafik untuk menggambarkan variasi kecenderungan dan perubahan hujan ekstrim pada periode awal dan akhir. Gambar 5 menampilkan contoh

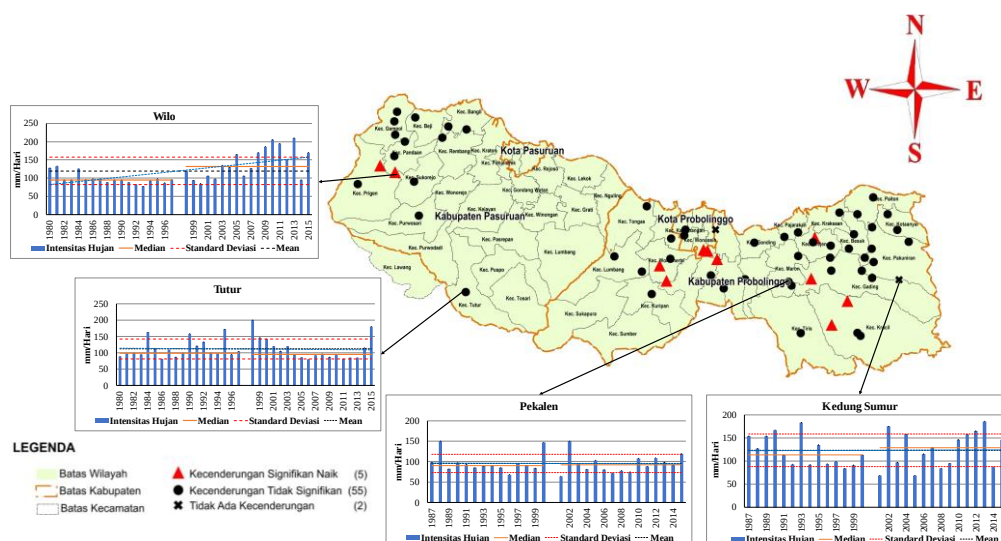
plot rentang waktu kecenderungan hujan ekstrim pada 4 stasiun.

Plot kecenderungan hujan ekstrim dibagi menjadi 3 jenis, yaitu: stasiun yang memiliki kecenderungan hujan naik/turun signifikan ($|Z| \geq |1,96|$), kecenderungan hujan tidak signifikan ($-1,96 < Z < 0$ atau $0 < Z < 1,96$), dan tidak ada kecenderungan ($Z = 0$).

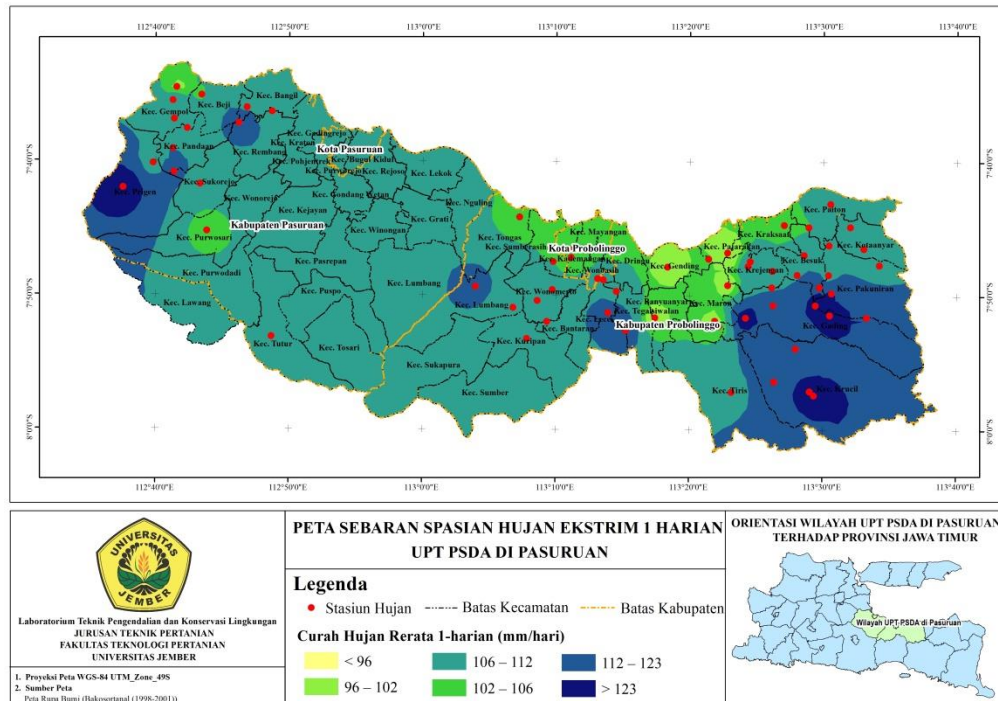
Contoh stasiun yang mengalami kecenderungan naik signifikan adalah stasiun hujan Wilo, tidak ada kecenderungan Stasiun



Gambar 4. Peta tematik Kecenderungan Hujan Ekstrim Wilayah UPT PSDA di Pasuruan



Gambar 5. Plot Rentang Waktu Kecenderungan Hujan Ekstrim



Gambar 6. Distribusi Spasial Hujan Ekstrem 1-Harian

Kedung Sumur, kecenderungan tidak signifikan stasiun hujan Tutur dan Pekalen. Plot kecenderungan hujan ekstrem dapat memperlihatkan atau menggambarkan ada tidaknya kecenderungan (*trend*) dan perubahan (*shift*) pada setiap stasiun hujan. Stasiun hujan yang mengalami kecenderungan hujan ekstrem dan mengalami perubahan ditunjukkan dengan perbedaan median (garis *orange*) yang signifikan naik, maka periode tahun 1980-1997 < periode tahun 1980-2015.

3.5 Variabilitas Spasial Hujan Ekstrem

Gambar (6) menampilkan peta distribusi spasial hujan ekstrem 1-harian hasil interpolasi menggunakan metode IDW. Hujan ekstrem 1-harian lebih dari 102 mm/hari hampir menyeluruh di wilayah UPT. Hujan ekstrem terbesar terutama pada lokasi di wilayah pegunungan sebelah timur dan barat.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Uji kecenderungan dapat disimpulkan bahwa sebagian besar wilayah UPT PSDA di Pasuruan tidak mengalami kecenderungan hujan ekstrem (82,81%) selama periode 1980-2015. Kecamatan yang

mengalami kecenderungan hujan ekstrem naik di antaranya Kecamatan Prigen di wilayah Kabupaten Pasuruan. Pada wilayah Kabupaten Probolinggo kecenderungan naik berada di Kecamatan Bantaran, Leces, Krenjengan, Krucil dan Wonomerto. Upaya adaptasi terhadap terjadinya bencana di UPT PSDA di Pasuruan perlu lebih diprioritaskan terhadap wilayah-wilayah yang memiliki kecenderungan hujan ekstrem meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Askin, A., Indarto, I., Dimas, G.A.S., & Wahyuningsih, S. 2007. Variabilitas Spasial Hujan Tahunan di Wilayah UPT PSDA di Pasuruan – Jawa Timur: Analisis Histogram dan Normal QQ-Plot
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2010. Prosedur Standar Operasi Pelaksanaan Peringatan Dini Pelaporan dan Diseminasi Informasi Cuaca Ekstrem. Kep. 009, issued 2010.
- Chiew, F. & Siriwardena, L. 2005. *Trend User Guide*. Australia: CRC for Catchment[6].
- De Smith, M.J., Goodchild, M.F., & Longley, P.A.

2007. Geospatial Analysis. A Comprehensive Guide to principles, Techniques and Software Tools. Matador, Leiceister, UK. [www.spatialanalysisonline.com].
- Dimas, G.A.S., Indarto, I., Wahyuningsih, S. & Askin, A. 2018. Aplikasi Histogram Untuk Analisis Variabilitas Temporal dan Spasial Hujan Bulanan: Studi Di Wilayah UPT PSDA di Pasuruan Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 22(1)
- Durrant, J. dan Byleveld, S. 2009. *Streamflow Trends in South-West Western Australia*. Westterm Australia: Department of Water.
- Faizah, C.R., Hiroyuki, T., Lariyah, M.S. & Hidayah, B. 2016. Homogeneity and Trends in Long-Term Rainfall Data, Kelantan River Basin, Malaysia. *International Journal of River Basin Management*, 14(2), 151–63. DOI: 10.1080/ 15715124.2015.1105233.
- Ghazi, A.G., Indarto, & Wahyuningsih, S. 2018. Analisis Kecenderungan dan Perubahan Hujan di Wilayah UPT PSDA di Pasuruan: Aplikasi Metode *Mann-Kendall Test*, *Rank-Sum Test* dan *Median Crossing Test*. Universitas Jember
- Hajani, E., Ataur, R. & Khaled, H. 2014. Trend Analysis for extreme rainfall events in New South Wales, Australia. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 8(12), 754–59.
- Härdle, W.K., Sigbert, K., & Bernd, R. 2015. *Introduction to Statistics*. Switzerland: Springer Int. DOI:10.1007/978-3-319-17704-5.
- Helsel, D.R. & Hirsch, R.M. 2002. *Statistical Methods in Water Resources*. Chapter A3. Reston: U.S. Geological Survey.
- Hirsch, R.M., Helsel, D.R., Cohn, T.A. & Gilroy, E.J. 1993. Stastical Analysis Of Hydrologic Data. In *Hand Book Of Hydrology*.
- Indarto, Budi, S. and Eka, M.D. 2011. Analisis kecenderungan data hujan di Jawa Timur menggunakan metode Mann-Kendall dan rank sum test. *Jurnal Keteknikan Pertanian* 25 (37), 19–28.
- Indarto. 2011. Tutorial: Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) Menggunakan ArcGis Geostatistical Analyst. Jember: Universitas Jember.
- Indarto. 2013a. Analisis Geostatistik. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Indarto. 2013b. Variabilitas spasial hujan harian di Jawa Timur. *Jurnal Teknik Sipil*, 20(2), 107–120.
- Johnston, K., Ver Hoef, J.M., Krivoruchko, K., & Ucas, N. 2001. Using ArcGIS Geostatistical Analyst. GIS by ESRI.
- Jun, X.I.A., Dunxian, S.H.E., Zhang, Y., & Hong, D.U. 2012. Spatio-temporal trend and statistical distribution of extreme precipitation events in Huaihe river basin during 1960 – 2009. *Geographical Sciences*, 22, 195–208. DOI: 10.1007/s11442-012-0921-6.
- Komalasari, K.E. 2017. Analisis Karakteristik Curah Hujan Ekstrim Untuk Pulau Jawa Dan Proyeksinya Di Masa Depan. (Tesis) Institut Pertanian Bogor.
- Kumar, V., Sharad, K.J., & Yatveer, Sh. 2010. Analysis of long-term rainfall trends in India. *Hydrological Sciences Journal*, 55(4), 484–96. DOI: 10.1080/02626667.2010. 481373.
- Muharsyah, R. 2012. Deteksi kecenderungan perubahan temperatur menggunakan metode regresi linier dan uji Mann-Kendall di sejumlah wilayah Papua. *Megasains*, 3(2), 77–85.
- Soemarto. 1997. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Subarna, D. 2014. Uji kecenderungan unsur-unsur iklim di cekungan Bandung dengan metode Mann-Kendall. *Berita Dirgantara*, 15(1), 1–6.
- Turner, M., Bari, M., Amirthanathan, G. & Ahmad, Z. 2012. Australian network of

- hydrologic reference stations—advances in design, development and implementation. *34th Hydrology and Water Resources Symposium*, 1555–64.
- Wei, W., Zhongjie, S., Xiaohui, Y., Zheng, W., Yanshu, L., Zhiyong, Z., Genbatu, G., Xiao, Z., Hao, G., Kebin, Z. & Baitian, W. 2017. Recent trends of extreme precipitation and their teleconnection with atmospheric circulation in the Beijing-Tianjin sand source region, China, 1960-2014. *Atmosphere*, 8(83), 1–18. DOI: 10.3390/atmos8050083.
- World Meteorological Organization. 1988. Analyzing Long Time Series of Hydrological Data with Respect to Climate Variability, no. 224.
- Zbigniew, W.K. & Robson, A. (Editors) – (WMO-TD No. 1013), 2000. *WCDMP-45. World Climate Programme – Water, Detecting Trend and Other Changes in Hydrological Data*
- Zin, W.Z.W., Suhaila, J., Sayang, M.D., & Abdul, A.J. 2010. Recent changes in extreme rainfall events in peninsular Malaysia: 1971-2005. *Springer* 99: 303–14. DOI: 10.1007/s00704-009-0141-x.

