



**ANALISIS KECENDERUNGAN, PERUBAHAN, DAN
KEACAKAN DATA CURAH HUJAN EKSTREM
HARIAN DI PULAU MADURA (APLIKASI
MANN-KENDALL TEST, RANK-SUM TEST
DAN *MEDIAN CROSSING TEST*)**

SKRIPSI

Oleh

**Ahmad Nur Akma Juangga Fura
NIM 131710201012**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**ANALISIS KECENDERUNGAN, PERUBAHAN, DAN
KECAKAKAN DATA CURAH HUJAN EKSTREM
HARIAN DI PULAU MADURA (APLIKASI
MANN-KENDALL TEST, RANK-SUM TEST
DAN *MEDIAN CROSSING TEST*)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

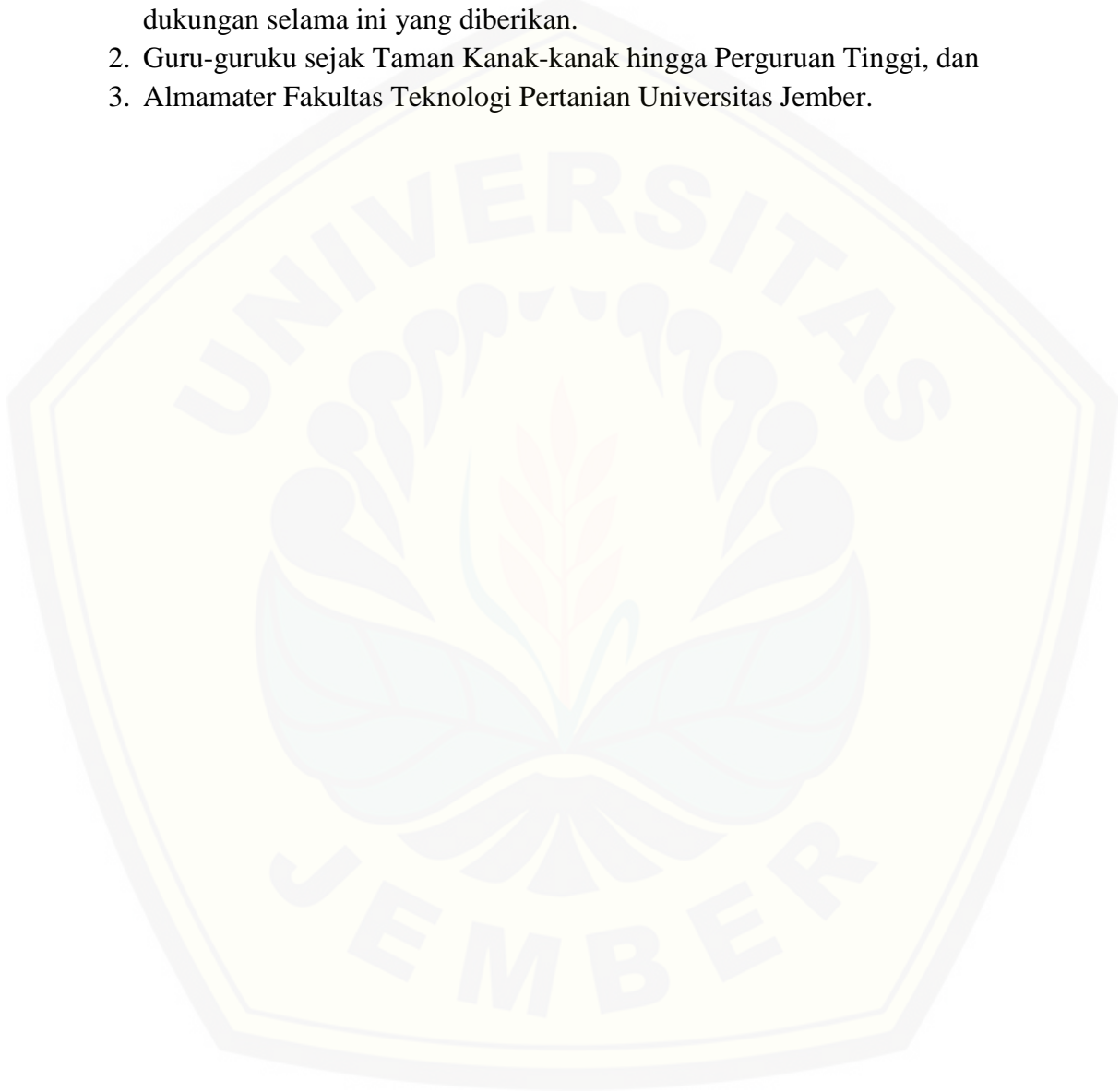
**Ahmad Nur Akma Juangga Fura
NIM 131710201012**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tuaku tercinta, Bapak Buyono dan Ibu Djuharijah, serta kakak-kakakku tersayang, terimakasih atas kasih sayang, cinta dan doanya serta segala dukungan selama ini yang diberikan.
2. Guru-guruku sejak Taman Kanak-kanak hingga Perguruan Tinggi, dan
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kau telah selesai (mengerjakan yang lain). Dan berharaplah kepada Tuhanmu.”
(terjemahan Surat *Al-Insyirah* ayat 6-8)^{*)}

“Ojok golek senenge, engko ketemu susae artinya jangan suka mencari kesenangan, karena akhirnya akan mendapat kesengsaraan”
(Persaudaraan Setia Hati Terate)

“Sepiro gedhening sengsoro yen tinompo amung dadi coba artinya seberapa besar kesengsaraan jika diterima dengan ikhlas hanya akan menjadi cobaan semata.”
(Falsafah Persaudaraan Setia Hati Terate)

^{*)}Yayasan Nurul Hayat. 2010. Al Qur'an Terjemahan dan Tafsir per Kata. Bandung: Penerbit Hilal

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Nur Akma Juangga Fura

NIM : 131710201012

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul **“Analisis Kecenderungan, Perubahan, dan Keacakan Data Curah Hujan Ekstrem Harian di Pulau Madura (Aplikasi *Mann-Kendall Test*, *Rank-Sum Test* dan *Median Crossing Test*)”** adalah benar - benar hasil karya saya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 1 Oktober 2018

Yang menyatakan,

Ahmad Nur Akma Juangga Fura

NIM. 131710201012

SKRIPSI

**ANALISIS KECENDERUNGAN, PERUBAHAN, DAN KEACAKAN DATA
CURAH HUJAN EKSTREM HARIAN DI PULAU MADURA
(APLIKASI *MANN-KENDALL TEST*, *RANK-SUM TEST*
DAN *MEDIAN CROSSING TEST*)**

Oleh

**Ahmad Nur Akma Juangga Fura
NIM 131710201012**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA.

Dosen Pembimbing Anggota : Askin, S.TP., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Kecenderungan, Perubahan, dan Keacakan Data Curah Hujan Ekstrem Harian di Pulau Madura (Aplikasi *Mann-Kendall Test*, *Rank-Sum Test*, dan *Median Crossing Test*)” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Jumat
Tanggal : 19 Oktober 2018
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Prof. Dr. Indarto. S.T.P., D.E.A.
NIP. 197001011995121001

Askin, S.T.P., M.MT.
NIP. 197008302000031001

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

Bayu Taruna W. P., S.T.P., M.Eng., Ph.D.
NIP. 198410082008121002

Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.
NIP. 197211301999032001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.T.P, M.Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Analisis Kecenderungan, Perubahan, dan Keacakan Data Curah Hujan Ekstrem Harian di Pulau Madura (Aplikasi *Mann-Kendall Test*, *Rank-Sum Test*, dan *Median Crossing Test*); Ahmad Nur Akma Juangga Fura, 131710201012; 2018; 40 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Madura merupakan pulau yang memiliki tingkat kerawanan bencana banjir yang tinggi. Salah satu faktor utama penyebab banjir adalah curah hujan ekstrem. Oleh karena itu dilakukan analisis kecenderungan (*trend*) dan perubahan (*shift*) terhadap curah hujan ekstrem 24 jam (harian) di pulau Madura. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan menganalisis kecenderungan, perubahan, dan keacakan dari periode data hujan. Metode yang digunakan merupakan metode *non-parametric* meliputi uji *Median Crossing*, uji *Mann-kendall*, dan uji *Rank-Sum*. Uji *Median Crossing* digunakan untuk melihat keacakan data hujan. Uji *Mann-kendall* digunakan untuk melihat kecenderungan hujan. Uji *Rank-Sum* digunakan untuk melihat perubahan data hujan. Nilai signifikansi yang digunakan α 0,05. Analisis dilakukan pada 31 stasiun hujan yang tersebar di wilayah pulau Madura. Lama data curah hujan yang digunakan minimal 20 tahun pada periode rekam 1991-2015. Berdasarkan hasil analisis, curah hujan ekstrem harian dengan rata-rata nilai yang lebih tinggi terjadi di wilayah bagian barat dan daerah yang lebih tinggi di pulau Madura. Frekuensi curah hujan ekstrem 24 jam yang sering tercatat berkisar antara 60 - 150 mm/hari. Uji *Mann-Kendall* menunjukkan empat (4) stasiun hujan memiliki kecenderungan turun signifikan pada data hujan ekstrem harian. Berdasarkan uji tersebut, secara keseluruhan wilayah pulau Madura tidak mengalami kecenderungan hujan ekstrem harian selama periode 1991 hingga 2015. Selanjutnya, berdasarkan uji *Rank-Sum* didapati bahwa terjadi perubahan besaran data curah ekstrem harian antar periode pada empat (4) stasiun hujan. Secara umum tidak terdapat perubahan data curah hujan ekstrem harian di wilayah pulau Madura. Uji statistik *Median-Crossing* menunjukkan terdapat lima (5) stasiun hujan menunjukkan bahwa data yang tercatat tidak berasal dari proses acak. Stasiun hujan dengan data acak terletak pada daerah yang tersebar, sehingga secara keseluruhan data dari stasiun hujan pada wilayah pulau Madura berasal dari proses acak. Berdasarkan tes ini, dapat di simpulkan bahwa keseluruhan wilayah Pulau Madura tidak mengalami perubahan kecenderungan dan perubahan dalam 24 jam hujan ekstrem dari tahun 1991 hingga 2015.

SUMMARY

Analysis of Trends, Shifts and Randomness of Daily Extreme Rainfall Data at Madura Island (Application of Mann-Kendall Test, Rank-Sum Test, and Median Crossing Test); Ahmad Nur Akma Juangga Fura, 131710201012; 2018; 40 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember

Madura is an island with high a level of flood hazard. Extreme rainfall is one of several factors provoked flood. Therefore an analysis of trends and shifts to 24-hour extreme rainfall is carried out in Madura. This study aims to identify and analyze trends, shifts, and randomness from the rainfall data period. The method used is a non-parametric method including the Median Crossing test, Mann-Kendall test, and Rank-Sum test. The Median Crossing Test is used to see randomness of rainfall data. Mann-Kendall test is used to see the trends of rain. The Rank-Sum test is used to see shifts in rain data. The significance used level α 0.05. The analysis was carried out on 31 rain stations spread across the regions of Madura island. The duration of rainfall data used is at least 20 years of record period from 1991 to 2015. High mean values of 24-hour rainfall are observed at west and mountainous areas of the island. The most frequently occurring of daily extreme rainfall data range from 60 - 150 mm/day. Mann-Kendall test results showed a significant trend of 24 hours extreme-rainfall occurred in 4 rain stations. Based on the test, the regions of Madura island did not experience daily extreme rain trends during the period 1991 to 2015. Furthermore, according to the Rank-Sum test, it was found that there was a shift in the amount of daily extreme bulk data between periods at four (4) rain stations. Generally, there are no changes on daily extreme rainfall data in the regions of Madura island. The Median-Crossing statistical test shows there are five (5) rain stations indicating that the recorded data did not derive from random processes. Rain stations with random data are located in scattered areas, so that overall data from rain stations in the regions of Madura comes from random processes. Based on this test, it can be concluded that the entire area of Madura Island did not experience changes in trends and shifts in 24 hours of extreme rain from 1991 to 2015.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kecenderungan, Perubahan, dan Keacakan Data Curah Hujan Ekstrem Harian di Pulau Madura (Aplikasi *Mann-Kendall Test*, *Rank-Sum Test*, *Median Crossing Test*)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Indarto. S.T.P., D.E.A. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan perhatian dalam penyelesaian skripsi ini;
2. Askin, S.T.P., M.MT. selaku Dosen Pembimbing Anggota sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, kritik dan saran dalam penyelesaian skripsi dan selama masa studi;
3. Bayu Taruna W. P., S.T.P., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Penguji yang telah memberikan bimbingan, kritik, dan saran dalam perbaikan penyusunan skripsi ini;
4. Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T. selaku Anggota Penguji yang telah memberikan masukan, nasehat, dan arahan dalam perbaikan penyusunan skripsi ini;
5. Ayahanda Buyono, Ibunda Djuharijah, kakak-kakakku dan seluruh keluarga besar tercinta yang selalu mendoakan, memberikan pengertian dan dukungan demi terselesaikannya skripsi ini;
6. Sari Dwi Rhomadani, yang selalu saling memberi semangat dalam menyelesaikan skripsi ini;
7. Sahabat-sahabatku, keluarga besar TEP-B 2013;
8. Team Ex-Irigasi yang telah menjadi partner dalam mengerjakan skripsi;

9. Keluarga besar angkatan Super 2013, tercinta yang telah banyak memberikan doa dan motivasi;
10. Saudaraku keluarga besar Persaudaraan Setia Hati Terate Komisariat Universitas Jember dan Cabang Bondowoso yang senantiasa memberikan semangat dan doa.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan menjadi bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut.

Jember, Oktober 2018

Penulis

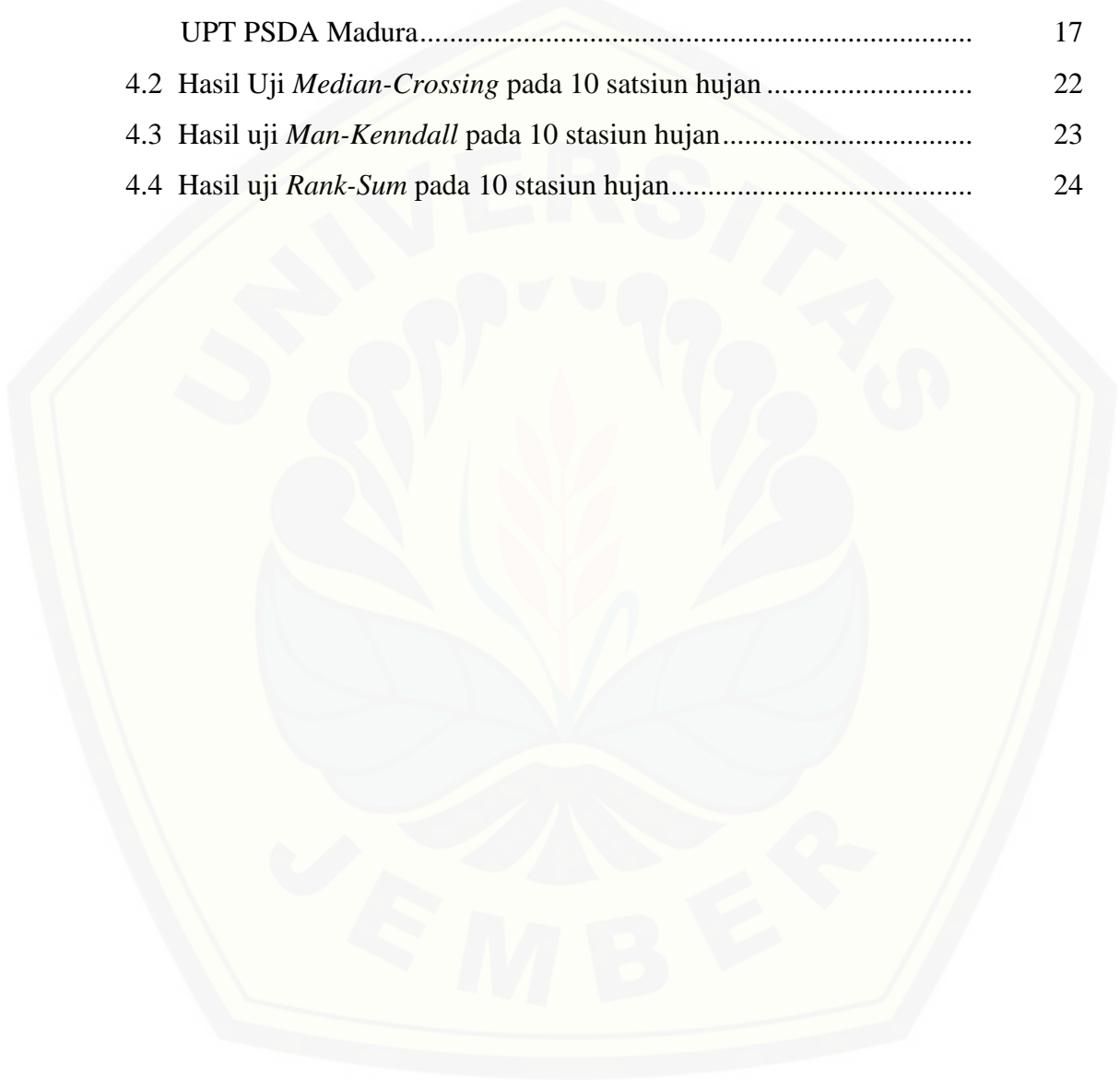
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Hujan Ekstrem	3
2.2 Analisis Kecenderungan (<i>Trend</i>)	4
2.3 Uji Statistik	7
2.3.1 <i>Median Crossing Test</i>	7
2.3.2 <i>Mann-Kendall Test</i>	8
2.3.3 <i>Rank-Sum Test</i>	9
BAB 3. METODE PENELITIAN	10

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	10
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	10
3.3 Tahapan Penelitian	11
3.3.1 Inventarisasi Data	11
3.3.2 Analisis Pendahuluan.....	12
3.3.3 Uji Statistik	12
3.3.4 Interpretasi Hasil.....	15
3.3.5 Peta Kecenderungan Hujan.....	15
BAB 4. PEMBAHASAN	17
4.1 Analisis Pendahuluan	17
4.2 Uji Statistik	22
4.2.1 Uji <i>Median-Crossing</i>	22
4.2.2 Uji <i>Man-Kenndall</i>	23
4.2.3 Uji <i>Rank-Sum</i>	24
4.3 Peta Tematik kecenderungan Hujan	25
4.4 Plot Rentang Waktu Kecenderungan Hujan	27
4.4.1 Kecenderungan Hujan Meningkatkan Tidak Signifikan	29
4.4.2 Kecenderungan Hujan Menurun Tidak Signifikan	30
4.4.3 Kecenderungan Hujan Menurun Signifikan	30
BAB 5. PENUTUP.....	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Simbol peta kecenderungan hujan ekstrem	16
4.1 Ketersediaan dan pembagian periode data pada 31 stasiun hujan UPT PSDA Madura.....	17
4.2 Hasil Uji <i>Median-Crossing</i> pada 10 stasiun hujan	22
4.3 Hasil uji <i>Man-Kendall</i> pada 10 stasiun hujan.....	23
4.4 Hasil uji <i>Rank-Sum</i> pada 10 stasiun hujan.....	24



DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
3.1	Peta stasiun hujan di wilayah UPT PSDA Madura.....	10
3.2	Diagram alir penelitian	11
4.1	Peta distribusi hujan ekstrem harian rentang waktu 1991-2015 ...	20
4.2	Peta distribusi frekuensi hujan ekstrem harian rentang waktu 1991-2015	21
4.3	Peta kecenderungan curah hujan ekstrem harian maksimal	26
4.4	Peta plot rentang waktu kecenderungan curah hujan ekstrem harian maksimal	28
4.5	Rentang waktu hujan ekstrem harian naik tidak signifikan	29
4.6	Rentang waktu hujan ekstrem harian turun tidak signifikan	30
4.7	Rentang waktu hujan ekstrem harian turun signifikan	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Daftar Stasiun Hujan Wilayah UPT PSDA Madura.....	36
B. Hasil Uji Statistik.....	38



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang mempunyai banyak wilayah rawan bencana. Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) (2017), 19 dari 34 provinsi di Indonesia mempunyai Indeks Rawan Bencana (IRB) yang tinggi, sedang 14 provinsi lainnya berindeks sedang dan 1 provinsi berindeks rendah. Bencana alam yang terjadi telah membawa kerugian dan kerusakan yang tak sedikit pada manusia dan infrastruktur. Bencana yang hampir setiap musim melanda adalah banjir. Indonesia merupakan negara dengan urutan ke 3 dari 162 negara dengan resiko kejadian banjir tertinggi.

Kejadian banjir yang terjadi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya berupa curah hujan yang turun di atas normal. Curah hujan di atas normal atau sering disebut hujan ekstrem menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), merupakan hujan yang terjadi dalam kurun waktu singkat dengan nilai intensitas yang tinggi (BMKG, 2016). Permasalahan iklim yang terjadi akhir-akhir ini berupa pemanasan global memungkinkan terjadinya peluang perubahan pada curah hujan ekstrem. Oleh karena itu perlu adanya analisis kecenderungan (*trend*) dan perubahan (*shift*) hujan antar periode yang dimaksudkan untuk acuan dalam kegiatan pemanfaatan, antisipasi atau dasar dalam pengelolaan dan konservasi lingkungan pada suatu daerah.

Pengelolaan sumber daya air di Madura berada di wilayah kerja UPT PSDA Madura. Pulau Madura terhitung sebagai daerah rawan terjadi bencana, salah satunya banjir. Beberapa kejadian banjir yang pernah terjadi diantaranya disebabkan oleh hujan deras dengan periode 24 jam seperti pada kecamatan Blega Kabupaten Bangkalan pada tanggal 28 Januari 2006 dan 10 Oktober 2016, serta lima desa di kabupaten Sampang pada bulan 25 September 2016 (Detik News (2006), Tribun News (2016), dan Viva (2016)). Oleh sebab itu analisis kecenderungan (*trend*) dan perubahan (*shift*) curah hujan ekstrem perlu dilakukan pada wilayah kerja UPT PSDA Madura, sehingga dapat dijadikan bahan

pertimbangan dalam kegiatan perencanaan dan manajemen sumber daya air dan bencana di wilayah UPT PSDA Madura

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, pemanasan global memungkinkan terjadinya peluang perubahan pada besaran curah hujan ekstrem. Perubahan yang terjadi dapat menyebabkan perencanaan sumber daya air menjadi tidak tepat dan tidak optimal serta memungkinkan terjadinya bencana hidrologi yaitu banjir. Untuk mengidentifikasi ada tidaknya perubahan yang terjadi di wilayah Pulau Madura, perlu dilakukan analisis kecenderungan, perubahan, dan keacakan pada data curah hujan ekstrem periode waktu 24 jam maksimal dalam satu tahun dengan periode rekam minimal 20 tahun. Metode yang digunakan dalam analisis yaitu *Mann-Kendall test*, *Rank-Sum test* dan *Median Crossing test*. Hasil analisis diharapkan dapat menjadi faktor penunjang dalam perencanaan sumber daya air dan upaya mitigasi bencana di wilayah UPT PSDA Madura.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis kecenderungan, perubahan, dan keacakan curah hujan ekstrem 24 jam maksimal yang terjadi di wilayah UPT PSDA Madura dan memetakan perubahan yang terjadi dalam bentuk peta tematik GIS.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu memberikan informasi terkait kecenderungan, perubahan dan keacakan curah hujan ekstrem 24 jam maksimal di wilayah Pulau Madura sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan bagi instansi terkait dalam kegiatan perencanaan dan mitigasi bencana banjir.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hujan Ekstrem

Pemanasan global merupakan suatu bentuk ketidakseimbangan ekosistem akibat terjadinya proses peningkatan suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan. Meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi yang terjadi adalah akibat meningkatnya emisi gas rumah kaca seperti karbondioksida, metana, dinitro oksida, hidrofluorokarbon, perfluorokarbon, dan sulfur heksafluorida di atmosfer. Emisi ini terutama dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar fosil (minyak bumi dan batu bara) dan akibat penggundulan serta pembakaran hutan. Hal ini menyebabkan meningkatnya rata-rata suhu global sebesar $0,85^{\circ}\text{C}$ ($0,65^{\circ}\text{C}$ sampai $1,06^{\circ}\text{C}$) yang diamati dari periode 1880-2012 dan $0,8^{\circ}\text{C}/100$ tahun di Indonesia. Peningkatan suhu yang terjadi turut meningkatkan penguapan pada sumber-sumber air dan meningkatkan potensi terjadinya peristiwa hujan ekstrem yang dapat menyebabkan bencana hidrologi. Bencana yang sering ditimbulkan akibat curah hujan ekstrem adalah banjir (Utina (2009), IPCC (2014), Suryadi (2014), dan Qolby (2018)).

Hujan ekstrem menurut World Meteorological Organization (WMO) (2018) adalah curah hujan yang terjadi selama periode waktu satu hingga beberapa hari (kurang dari seminggu) dengan curah hujan total harian melebihi ambang batas tertentu yang ditetapkan untuk lokasi tertentu. Di Indonesia, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG, 2016) mengkategorikan hujan ekstrem sebagai bagian dari cuaca ekstrem yaitu suatu kejadian yang jarang terjadi. Penentuan nilai-nilai ekstrem menurut Gill dan Kelleze (2006) dapat dilakukan dengan dua cara. Pertama dengan mengambil nilai-nilai maksimum dalam satu periode, misalnya per mingguan atau bulanan. Kedua dengan mengambil nilai-nilai yang melebihi nilai ambang. Pengamatan atas nilai-nilai ini dianggap ekstrem. Dalam penelitian ini, nilai ekstrem curah hujan diambil satu nilai tertinggi (maksimal) pada durasi hujan 24 jam (satu hari) untuk setiap periode tahun.

Penelitian tentang hujan ekstrem telah banyak dilakukan. Laporan ke empat yang dikeluarkan oleh IPCC (2007) menunjukkan bahwa beberapa peristiwa cuaca ekstrem telah berubah dalam frekuensi dan intensitas selama 50 tahun terakhir (1900 hingga 2005). Termasuk peningkatan frekuensi kejadian curah hujan tinggi di sebagian besar wilayah. Selama periode ini, curah hujan meningkat secara signifikan di bagian timur Amerika Utara dan Selatan, Eropa Utara, dan Asia utara dan tengah, sedangkan curah hujan menurun di Sahel, Mediterania, Afrika Selatan, dan sebagian Asia Selatan. Selain itu, dalam pemodelan peningkatan suhu dunia pada periode tahun 2046-2100 yang dilakukan oleh IPCC (2014), didapatkan bahwa kejadian curah hujan ekstrem di daerah tropis basah akan sangat mungkin menjadi lebih sering dengan intensitas lebih tinggi. Oleh karena itu dibutuhkan suatu analisis kecenderungan pada data hujan untuk mendapatkan informasi perubahan data hujan ekstrem yang terjadi sehingga dapat dilakukan penyesuaian dan upaya mitigasi menghadapi dampak buruk yang mungkin terjadi.

2.2 Analisis Kecenderungan (*Trend*)

Curah hujan merupakan bagian dari siklus hidrologi, di mana seri data pada siklus hidrologi dapat mengalami perubahan dengan banyak cara. Salah satu jenis perubahan yang terjadi yaitu secara berangsur-angsur atau yang sering disebut dengan perubahan kecenderungan (*trend*) (Kundzewicz and Robson, 2000).

Perubahan seri data yang terjadi berangsur-angsur secara signifikan dapat menimbulkan potensi bahaya pada sistem konstruksi dan operasi sumber daya air. Hal ini karena sistem sumber daya air seperti bendungan, waduk, atau tanggul dirancang dan dioperasikan dengan asumsi hidrologi stasioner. Sethi *et al.* (2015) menganalisis pengaruh perubahan kecenderungan curah hujan terhadap jumlah aliran yang masuk ke waduk di Odisha di India. Hasil yang didapat yaitu kenaikan dan penurunan jumlah aliran yang masuk ke dalam waduk berbanding lurus dengan nilai perubahan kecenderungan curah hujan yang terjadi. Penelitian ini mengisyaratkan perubahan kecenderungan curah hujan yang terjadi dapat

menimbulkan potensi bahaya di mana sistem yang telah dirancang menjadi tidak sesuai dengan kebutuhan dan tidak memenuhi tujuan yang diinginkan secara memadai. Analisis kecenderungan juga digunakan untuk memahami dampak alami yang terjadi akibat kegiatan manusia seperti urbanisasi, deforestasi, emisi gas rumah kaca, ataupun perubahan dalam praktek pertanian yang dapat mengubah aspek penting dari siklus hidrologi yang berkaitan langsung dengan ketersediaan air maupun bencana hidrologi seperti kejadian banjir maupun kekeringan. Oleh sebab itu, analisis kecenderungan dalam deret waktu data hidrologi yang panjang sangat penting dilakukan (Kundzewicz and Robson, 2000 dan Sethi *et al.*, 2015).

Metode tes parametrik dan tes non parametrik sering digunakan untuk mendeteksi kecenderungan. Data hidrologi yang digunakan dapat berupa interval temporal seperti data per jam, harian, bulanan, tahunan, atau sampel secara tidak teratur. Data juga dapat berhubungan dengan skala spasial yang berbeda, dari titik atau plot eksperimental ke area dengan skala yang lebih luas termasuk secara global (Kundzewicz and Robson, 2000).

Penelitian terkait kecenderungan terhadap unsur hidrologi telah banyak dilakukan di dunia. Caloiero *et al.* (2009) telah menemukan penurunan kecenderungan curah hujan tahunan dan musim gugur dengan memanfaatkan 50 tahun periode data dari 109 stasiun hujan di Calabria, Italia bagian Selatan dengan menggunakan metode *Mann-Kendall* dan regresi linier. Buhairi (2010) menganalisis kecenderungan terhadap suhu udara musiman dan tahunan yang dilakukan di kota Taiz, Republik Yemen dengan periode waktu 1979-2006 dengan metode *Mann-Kendall*. Hasil yang didapat yaitu kenaikan kecenderungan yang signifikan terhadap suhu disemua musim dengan kenaikan rata-rata tahunan mencapai $1,5^{\circ}\text{C}$ untuk seluruh periode. Subarna (2014) menggunakan metode *Mann-Kendall* untuk mengidentifikasi kecenderungan yang terjadi pada curah hujan, jumlah hari hujan, evaporasi dan suhu udara menggunakan periode data 1998-2007 di stasiun metodologi Bandung. Hasil analisis menunjukkan terjadinya penurunan kecenderungan pada data hujan dan jumlah hari hujan, sedangkan pada unsur suhu dan evaporasi menunjukkan nilai kecenderungan yang meningkat.

Penelitian serupa juga telah dilakukan di Indonesia, Indarto *et al.* (2011) menemukan penurunan kecenderungan hujan pada dua stasiun hujan dengan uji *Mann-Kendall* dan dua stasiun dengan uji *Rank-Sum* dari sembilan stasiun hujan yang diamati di Provinsi Jawa Timur pada periode waktu 1960-2006. Komalasari (2017) mendapati kenaikan kecenderungan curah hujan rata-rata pada curah hujan maksimal 1, 3, 5, dan 7 harian dengan kenaikan terbesar terjadi pada curah hujan 3 harian pada 40 stasiun cuaca dengan periode waktu 1971-2015 di Pulau Jawa. Prayoga *et al.* (2013) melakukan analisis kecenderungan hujan dengan perhitungan statistik *Mann-Kendall* dan analisis spasial dan temporal pada periode waktu 1980-2009 yang dilakukan di daerah aliran sungai (DAS) Way Sekampung Provinsi Lampung. Hasil menunjukkan penurunan curah hujan yang signifikan pada bagian tengah DAS Way Sekampung. Nara (2017) melakukan analisis kecenderungan curah hujan di daerah aliran sungai daerah irigasi (DI) Pulau Ambon dengan menggunakan metode *Mann-Kendal* dengan periode data selama 32 tahun, hasil uji menemukan kecenderungan naik selama 8 bulan dan turun 4 bulan.

Penelitian terkait analisis kecenderungan juga dapat memanfaatkan lebih dari satu metode analisis. Jaiswal *et al.* (2015) menganalisis perubahan menggunakan beberapa metode yaitu *Pettit's test*, *Van Neumann Ratio test*, *Buishand's Range test*, *Standard Normal Homogeneity (SNH) test*, dan 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. Hasil yang diperoleh menunjukkan suhu minimal, kecepatan angin, lama penyinaran matahari menunjukkan perubahan yang signifikan, sedangkan nilai evaporasi dan suhu maksimal menunjukkan nilai yang homogen pada taraf kepercayaan 95%. Analisis kecenderungan menunjukkan terjadi kenaikan yang signifikan pada suhu minimal, suhu maksimal, dan kelembapan relatif, sedangkan pada nilai evaporasi, kecepatan angin, dan lama penyinaran matahari menunjukkan nilai penurunan kecenderungan yang signifikan. Wei *et al.* (2017) melakukan analisis

kecenderungan curah hujan ekstrem temporal dan spasial di Beijing-Tianjin Sand Source Region (BTSSR) dengan menggunakan metode *Mann-Kendall*, *Sen's Slope Estimator*, dan regresi linier pada data curah hujan selama 1960-2014. Hasil yang di peroleh menunjukkan indeks curah hujan ekstrem memiliki pola spasial menurun, selain itu didapat bahwa terdapat penurunan kecenderungan yang tidak signifikan pada indeks hujan paling ekstrem pada tingkat kepercayaan 90%.

2.3 Uji Statistik

Ada banyak metode yang dapat digunakan dalam menilai berbagai macam tipe perubahan data rentang waktu. Dua istilah umum yang sering dipakai untuk membedakan metode yang digunakan, yaitu *parametric test* dan *non-parametric test*. *Parametric test* digunakan jika skala pengukuran yang digunakan dalam penelitian adalah interval atau rasio dan penyebaran 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: 49).

2.3.1 Median Crossing Test

Median Crossing Test merupakan uji non parametrik. Uji ini digunakan untuk menentukan keacakan atau independensi data. 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 dengan (Chiew et al, 2005):

$$\mu = \frac{(n-1)}{2} \quad (2.1)$$

$$\sigma = \frac{(n-1)}{4} \quad (2.2)$$

Dengan z -statistik nilai uji kritis untuk berbagai tingkat signifikansi dapat diperoleh dari tabel probabilitik normal:

$$Z = \frac{|m-\mu|}{\sigma^{0.5}} \quad (2.3)$$

Keterangan: n = banyaknya tahun data hujan
 μ = mean
 σ = varian

Jika $|Z| < Z_\alpha$ maka H_0 diterima, jika sebaliknya maka H_0 ditolak.

2.3.2 Mann-Kendall Test

Mann-Kendall Test dapat digunakan untuk menguji apakah terdapat perbedaan kecenderungan dengan arah yang sama atau besaran yang sama.

Berikut adalah tahapan dari uji *Mann-Kendall* (Kundzewicz dan Robson, 2000):

- siapkan n data $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ di urutkan sesuai besarnya nilai x (waktu) dan y_i merupakan variabel yang bergantung pada x_i
- membandingkan semua $n(n-1)/2$ terhadap nilai y_1 . P disebut banyaknya kejadian di mana $y_i > y_j$ ($i > j$), dan M untuk banyaknya $y_i < y_j$ ($i < j$)
- menghitung statistik $S = P - M$ (2.4)
- untuk $n > 10$ dilakukan dengan pendekatan distribusi normal.

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

$$\text{dan } \text{Var}(S) = n(n-1)(2n+5)/18 \quad (2.5)$$

Keterangan: n = banyaknya tahun data hujan
 S = uji statistik kecenderungan
 P = banyaknya kejadian di mana $y_i > y_j$
 M = banyaknya kejadian di mana $y_i < y_j$
 $\text{Var}(S)$ = varian dari S
 i = urutan data ke 1 hingga $n-1$
 j = urutan data $i + 1$ hingga n

Di mana Z mengikuti distribusi normal, nilai Z positif menggambarkan adanya naiknya kecenderungan dan nilai Z negatif menggambarkan turunnya kecenderungan dalam periode tersebut. Dalam signifikansi α jika $|Z| > Z_{(1-\alpha/2)}$, maka terdapat kecenderungan dalam data.

2.3.3 Rank-Sum Test

Rank-sum test digunakan untuk menguji apakah terdapat perubahan antar periode data. Pada uji ini, hipotesis nol H_0 menyatakan bahwa kedua grup memiliki distribusi yang sama atau identik. Hipotesis alternatif H_1 menyatakan salah satu grup cenderung menghasilkan pengamatan lebih besar daripada grup satunya. Perhitungan rank-sum *test* adalah sebagai berikut (Kundzewicz dan Robson, 2000):

- memberi ranking 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 ranking menggunakan rata-rata.
- Bagi data kedalam dua kelompok ukuran m dan n . Menghitung statistik S sebagai jumlah dari ranking n pengamatan di grup terkecil
- Untuk ukuran sampel, menghitung rerata teoritis dan standar deviasi dari W dalam H_0 untuk keseluruhan sampel:

$$\mu = \frac{n(N+1)}{2} \quad (2.6)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{nm(N+1)}{12}} \quad (2.7)$$

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

$$Z_{rs} = \begin{cases} \frac{S-0,5-\mu}{\sigma} & \text{Jika } S > \mu \\ 0 & \text{Jika } S = \mu \\ \frac{S+0,5-\mu}{\sigma} & \text{Jika } S < \mu \end{cases} \quad (2.8)$$

Keterangan:

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

Untuk tingkat signifikansi α , H_0 di tolak jika $|Z_{rs}| > Z_{1-\alpha/2}$, di mana titik $1-\alpha/2$ dapat dilihat di tabel distribusi normal.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan April sampai dengan Juli 2018 dan dilakukan di wilayah UPT PSDA Madura dengan mengambil data hujan stasiun hujan yang memiliki periode panjang (minimal 20 tahun berturut-turut). Stasiun Hujan di wilayah UPT PSDA Madura dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta stasiun hujan di wilayah UPT PSDA Madura

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

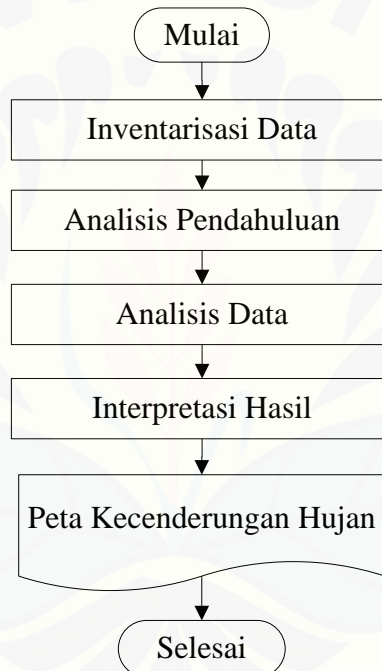
- a. Laptop digunakan sebagai media pengolah data
- b. Perangkat lunak
 - 1) Microsoft Excel digunakan untuk mengentri, mengedit dan memformat data sebelum diolah.
 - 2) TREND (*Trend Detection Software*) merupakan aplikasi statistik untuk pengolahan data hujan dengan metode yang digunakan *Mann-Kendall Test*, *Rank-Sum Test*, dan *Median Crossing Test*.
 - 3) Map Info Profesional 11.0 digunakan dalam pembuatan peta tematik kecenderungan hujan.

Bahan penelitian yang digunakan sebagai berikut:

- a. data curah hujan harian yang diperoleh dari stasiun hujan yang tersebar di wilayah UPT PSDA Madura, data hujan yang digunakan memiliki periode panjang (minimal 20 tahun)
- b. Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) digunakan untuk membuat batas wilayah administrasi daerah penelitian.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan dari penelitian ini disajikan pada Gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.3.1 Inventarisasi Data

Inventarisasi data merupakan tahap pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data curah hujan harian pada setiap stasiun yang ada di wilayah UPT PSDA Madura dari tahun 1991-2015. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel excel.

3.3.2 Analisis Pendahuluan

Analisis pendahuluan digunakan untuk mencari stasiun hujan yang memiliki data hujan dengan periode minimal 20 tahun. Selanjutnya dicari nilai curah hujan 24 jam (harian) maksimal pada setiap tahun. Data yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk mengetahui distribusi dan frekuensi curah hujan ekstrem 24 jam maksimal menggunakan aplikasi Microsoft Excel yang kemudian disimpan dalam bentuk file CSV. Data hujan maksimal 24 jam berturut-turut yang diperoleh diplot dalam bentuk grafik untuk mengetahui karakteristik distribusi hujan.

3.3.3 Uji Statistik

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

a. *Median Crossing Test*

Uji ini digunakan untuk menentukan keacakan atau independensi data. Langkah-langkah pengujian sebagai berikut:

- 1) merumuskan hipotesis

H_0 : data dari proses acak

H_1 : data tidak dari proses acak

- 2) menentukan level signifikansi (α):

level signifikansi yang digunakan yaitu $\alpha = 0,05$

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.

- 3) mencari nilai Z sebagai berikut:
 - a) mencari nilai median curah hujan tahunan
 - b) mengganti nilai curah hujan dengan Q ($Q = 0$ apabila $y_i < y_{\text{median}}$ dan $Q = 1$ apabila $y_i > y_{\text{median}}$, dengan y adalah curah hujan)
 - c) menghitung nilai m yang merupakan banyaknya data 0 yang diikuti dengan 1 dan 1 diikuti dengan 0 pada data hasil transformasi (poin 2)
 - d) mencari nilai *mean* dan varian dari Q yang didekati dengan persamaan (2.1) dan (2.2)
 - e) mencari nilai statistik Z dengan persamaan (2.3)
- 4) menguji hipotesis
- 5) menarik kesimpulan.

b. Mann-Kendall Test

Uji ini digunakan untuk melihat ada atau tidaknya kecenderungan pada data berdasarkan rangking relatif dari data rentang waktu. Langkah yang dilakukan sebagai berikut:

- 1) merumuskan hipotesis

$H_0 : Z =$ tidak terdapat kecenderungan

$H_1 : Z =$ terdapat kecenderungan
- 2) menentukan level signifikansi (α):

$$\alpha = 0,05$$

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.

- 3) mencari nilai Z (kriteria uji normal):
 - a) memberikan rangking relatif (R) pada data hujan tahunan sesuai urutan peningkatan nilai curah hujan tahunan
 - b) mencari nilai P dan M dengan membandingkan rangking tiap waktu (R_i) dengan rangking 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 $R_j < R_i$.

- c) menghitung nilai statistik S dengan persamaan (2.4)
 - d) menghitung nilai statistik Z , dengan persamaan (2.5)
- 4) menguji hipotesis
- 5) menarik kesimpulan

c. Rank-Sum Test

Uji ini digunakan untuk menentukan ada atau tidaknya perubahan data antar periode berdasarkan pada rangking 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:

- 1) 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

- 2) menentukan level signifikansi (α):

$$\alpha = 0,05$$

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 $|Z| > Z_{\alpha/2}$ atau $|Z| < Z_{\alpha/2}$ di mana $Z_{\alpha/2}$ mengacu pada standar peluang distribusi normal.

- 3) mencari nilai Z_{rs} (kriteria pengujian normal untuk *rank-sum test*):

- a) memberi ranking 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 rangking menggunakan rata-rata.
- b) menghitung statistik S sebagai jumlah dari rangking n pengamatan di grup terkecil
- c) untuk ukuran sampel, menghitung rerata teoritis dan standar deviasi dari S dalam H_0 untuk keseluruhan sampel dengan persamaan (2.6) dan (2.7).

Bentuk baku dari uji statistik Z_{rs} dapat dihitung dengan persamaan (2.8)

- 4) menguji hipotesis
- 5) menarik kesimpulan.

3.3.4 Interpretasi Hasil

Hasil pengolahan data yang didapat ditampilkan dalam bentuk grafik maupun tabel. Kemudian ditarik kesimpulan sesuai hipotesis pada uji statistik. Hasil kesimpulan tersebut kemudian dijadikan dasar untuk pembuatan peta tematik kecenderungan curah hujan harian di wilayah UPT PSDA Madura.








3.3.5 Peta Kecenderungan Hujan

Peta kecenderungan hujan memuat informasi kecenderungan hujan yang terjadi pada stasiun hujan berdasarkan hasil uji *Mann-Kendall*. Peta dibuat menggunakan proyeksi *Universal Traverse Mercator (UTM) World Geodetic System (WGS) 84* dengan Zona 49. Layer yang digunakan dalam pembuatan peta berupa:

- a. wilayah administrasi UPT PSDA Madura
mengacu pada peta Rupa Bumi Indonesia (RBI)
- b. batas administrasi kabupaten
mengacu pada peta Rupa Bumi Indonesia (RBI)
- c. titik stasiun hujan
mengacu pada hasil uji *Mann-Kendall* pada setiap stasiun hujan dengan ketentuan berikut:
 - 1) tidak ada kecenderungan apabila nilai $Z = 0$
 - 2) kecenderungan meningkat signifikan apabila nilai $Z > Z_{\alpha/2}$ atau $Z > 1,96$
 - 3) kecenderungan meningkat tidak signifikan apabila $0 < Z < Z_{\alpha/2}$ atau $0 < Z < 1,96$
 - 4) kecenderungan menurun signifikan apabila nilai $Z < -Z_{\alpha/2}$ atau $Z < -1,96$
 - 5) kecenderungan menurun tidak signifikan apabila $-Z_{\alpha/2} < Z < 0$ atau $-1,96 < Z < 0$.

Simbol yang digunakan pada peta kecenderungan hujan ekstrem disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Simbol peta kecenderungan hujan ekstrem

No	Layer	Simbol	Uraian
1.	Wilayah administasi UPT PSDA Madura		Batas Wilayah Kerja
2.	Wilayah administrasi kabupaten		Batas Kabupaten
3.	Stasiun hujan		Tidak ada kecenderungan
			Naik signifikan
			Naik Tidak Signifikan
			Turun Signifikan
			Turun Tidak Signifikan

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, dapat disimpulkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian *Madian-Crossing* menunjukkan bahwa terdapat 26 (83,9%) dari 31 stasiun hujan memiliki data acak atau independen pada curah hujan ekstrem harian maksimal. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum data curah hujan ekstrem harian maksimal yang ada di wilayah UPT PSDA Madura bersifat independen.
2. Hasil pengujian *Mann-Kendall* menunjukkan bahwa sebanyak 27 stasiun hujan (87,1%) tidak mengalami kecenderungan hujan ekstrem harian maksimal yang signifikan. Terdapat 4 stasiun hujan dengan nilai kecenderungan signifikan menurun dan berasal dari tempat yang tersebar. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum tidak terdapat kecenderungan hujan yang signifikan pada keseluruhan wilayah UPT PSDA Madura.
3. Hasil pengujian *Rank-Sum* menunjukkan perubahan data antar periode pada data curah hujan ekstrem harian maksimal terjadi pada 4 stasiun hujan (12,9%). Hal ini mengindikasikan bahwa tidak ada perubahan data hujan antar periode secara umum di wilayah UPT PSDA Madura.

5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan seperti pengaruh suhu terhadap hujan ekstrem dan penelitian besaran dampak yang dapat disebabkan oleh perubahan karakteristik curah hujan.

DAFTAR PUSTAKA

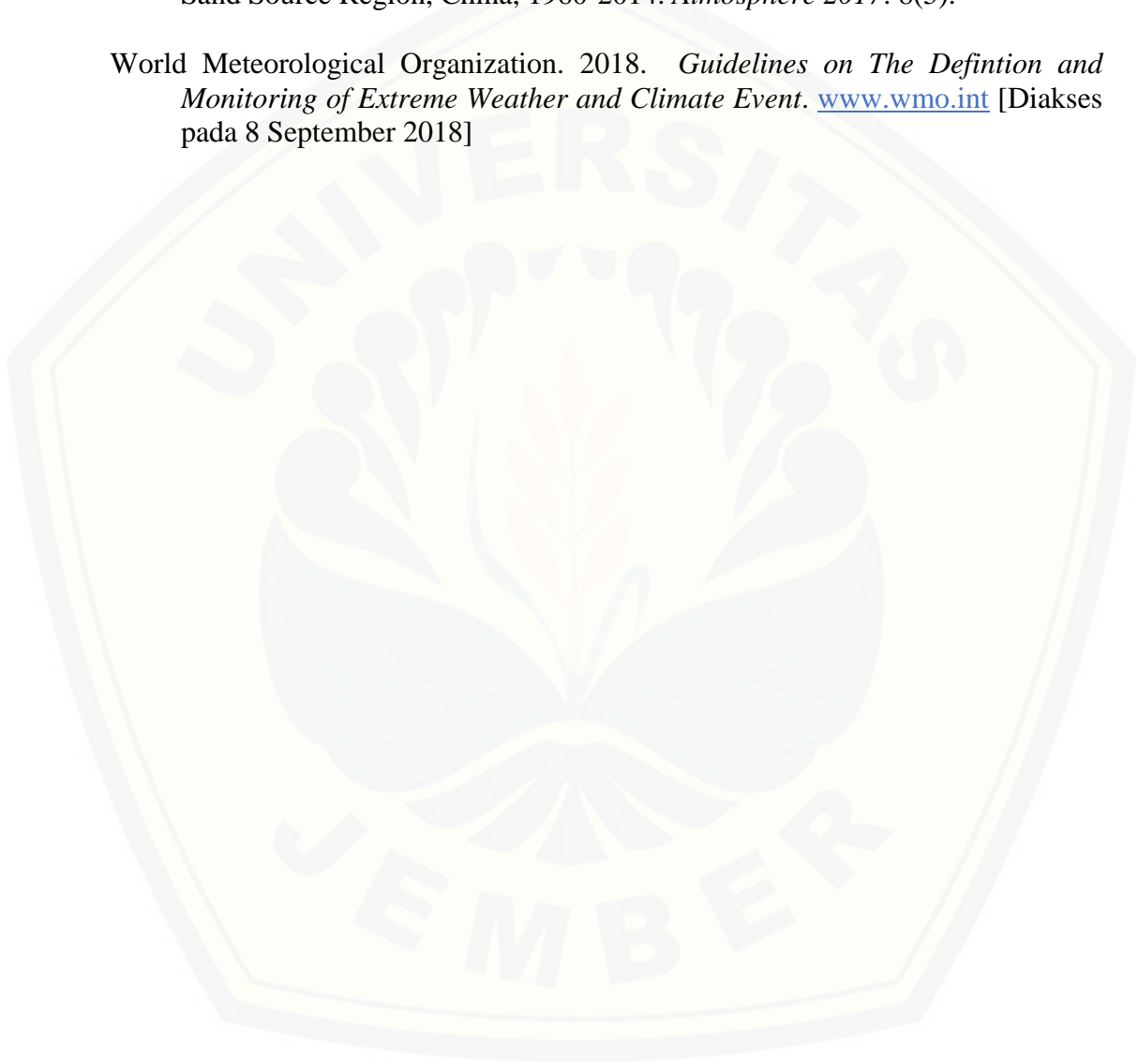
- Adeloy, A. J. dan M. Montaseri. 2002. Preliminary Streamflow Data Analyses Prior To Water Resources Planning Study. *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*. 45 (5): 679-692
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2017. *Risiko Bencana Indonesia*. Jakarta.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2016. Stasiun Klimatologi Kairatu. Seram: Klimatologi Kairatu.
- Buhairi, M. H. A. 2010. Analysis of Monthly, Seasonal and Annual Air Temperature Variability and Trends In Taiz City – Republic of Yemen. *Journal of Invironmental Protection*. 1: 401-409.
- Caloiero, T., R. Coscarelli, E. Ferrari, dan M. Macini. 2009. Trend detection of annual and seasonal rainfall in calabria (southern italy). *International Journal Of Climatology*. 31: 44-56
- Chiew, Francis, and L. Siriwardena. 2005. *Trend User Guide*. In Australia, CRC for Catchment Hydrology, 29.
- Detik. 2006. Hujan Semalaman, Blega Madura Banjir 1,5 meter. <https://news.detik.com/berita/d-528108/hujan-semalaman-blega-madura-banjir-15--meter> [Diakses Pada 27 Oktober 2018]
- Gilli, M. and 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.
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report*
- IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report*.
- Jaiswal, R. K., A. K. Lohani, dan H. L. Tiwari. 20015. *Statistical Analysis for Change Detection and Trend Assessment in Climatological Parameter*. <https://link.springer.com>. [Diakses pada 18 Agustus 2018]
- Komalasari. 2017. Analisis Karakteristik Curah Hujan Ekstrem untuk Pulau Jawa dan Proyeksinya di Masa Depan. *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor

- Kundzewicz, Z W, and Alice Robson. 2000. *Detecting Trend and Other Changes in Hydrological Data*. World Climate Programme - Water (May): 158
- Marpaung, S. 2010. Pengaruh Topografi Terhadap Curah Hujan Musiman dan Tahunan di Provinsi Bali Berdasarkan Data Observasi Resolusi Tinggi. *Prosiding Seminar Penerbangan dan Antariksa 2010*. 15 November 2010
- Nara, O. D. 2017. Analisis Kecenderungan Curah Hujan Terhadap Distribusi Data Ekstrem pada Daerah Aliran Sungai di Pulau Ambon. *Jurnal Logic*. 17 (1): 1-8
- Prayoga, M. B. R., Sobirin, dan E. Kusratmoko. 2013. *Kecenderungan Perubahan Curah Hujan Periode 1980-2009 Di Daerah Aliran Way Sekampung, Lampung*. <http://lib.ui.ac.id/>. [Diakses pada 18 Agustus 2018]
- Qolby, U. S. 2018. *Keterkaitan Perubahan Iklim dengan Fenomena Curah Hujan Ekstrem di Sumbawa Besar*. www.bmkgsumbawa.net. [Diakses pada 15 Agustus 2018]
- Sandy, I. M. 1996. *Republik Indonesia Geografi Regional*. Jakarta: Penerbit Jurusan Geografi FMIPA Universitas Indonesia-PT. Indograph Bakti.
- 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*.
- Subarna. 2014. Uji Kecenderungan Unsur-Unsur Iklim di Cekungan Bandung dengan Metode Mann-Kendall. *Berita Dirgantara*. 15(1): 1-6.
- 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
- Tribun News. 2016. Hujan Deras Semalaman, Wilayah Blega Bangkalan Terendam Banjir. <http://surabaya.tribunnews.com/2016/10/10/hujan-deras-semalaman-wilayah-blega-bangkalan-terendam-banjir> [Diakses pada 27 Oktober 2018]
- Utina, R. 2009. Pemanasan Global Dampak dan Upaya Meminimalisasinya. *Saintek Universitas Negeri Gorontalo*. 3(3): 1-11.

Viva. 2016. Hujan Deras, Delapan Desa di Sampang Terendam Banjir. <https://www.viva.co.id/berita/nasional/826317-hujan-deras-8-desa-di-sampang-terendam-banjir> [Diakses pada 27 Oktober 2018]

Wei, W., Z. Shi, X. Yang, Z. Wei, Y. Liu, Z. Zhang, G. Ge, X. Zhang, H. Guo, K. Zhang, dan B. Wang. 2017. Recent Trends of Extreme Precipitation and Their Teleconnection with Atmospheric Circulation in the Beijing-Tianjin Sand Source Region, China, 1960-2014. *Atmosphere* 2017. 8(5).

World Meteorological Organization. 2018. *Guidelines on The Definition and Monitoring of Extreme Weather and Climate Event*. www.wmo.int [Diakses pada 8 September 2018]



LAMPIRAN

Lampiran A. Daftar Stasiun Hujan Wilayah UPT PSDA Madura

ID	Nama Stasiun	Kabupaten	Dtbs	mT	mU
1	Arosbaya	Bangkalan	927001	703087	9232709
2	Bangkalan	Bangkalan	927002	693147	9222962
3	Blega	Bangkalan	927003	727886	9212223
4	Burneh	Bangkalan	927004	696886	9220570
5	Dupok	Bangkalan	927007	724922	9233054
6	Galis	Bangkalan	927008	716469	9213531
7	Geger	Bangkalan	927009	714586	9227227
8	Kamal	Bangkalan	927010	690383	9207595
9	Kedungdung	Bangkalan	927011	724404	9203304
10	Klampus	Bangkalan	927012	708363	9236803
11	Konang	Bangkalan	927013	731314	9218731
12	Kwanyar	Bangkalan	927014	704483	9209456
13	Modung	Bangkalan	927016	713949	9205912
14	Sepuluh	Bangkalan	927017	716771	9238043
15	Socah	Bangkalan	927018	688529	9216638
16	Sukolilo	Bangkalan	927019	698629	9208957
17	Tanah Merah	Bangkalan	927020	703854	9218004
18	Tanjung Bumi	Bangkalan	927021	729869	9237806
19	Tragah	Bangkalan	927022	701117	9216193
20	Banyuates	Sampang	928001	738153	9237372
21	Camplong	Sampang	928002	759716	9200928
22	Jrengik	Sampang	928003	735616	9212492
23	Karang Penang	Sampang	928004	762114	9224821
24	Kedungdung	Sampang	928005	748524	9217956
25	Ketapang	Sampang	928006	752600	9237598
26	Omben	Sampang	928008	755384	9214839
27	Robatal	Sampang	928009	753048	9225864
28	Sampang	Sampang	928010	748208	9204821
29	Sokobanah	Sampang	928011	767103	9233208
30	Tambelangan	Sampang	928012	740122	9219527
31	Torjun	Sampang	928013	743512	9208503
32	Galis	Pamekasan	929001	781914	9209173
33	Kadur	Pamekasan	929002	782628	9216223
34	Klamapar	Pamekasan	929003	772306	9211147
35	Larangan	Pamekasan	929004	782665	9212448
36	Lawangan Daya	Pamekasan	929005	775313	9208364
37	Pademawu	Pamekasan	929006	778334	9205150

ID	Nama Stasiun	Kabupaten	Dtbs	mT	mU
38	Pakong Kec	Pamekasan	929007	785594	9220519
39	Pakong PU	Pamekasan	929008	784279	9220592
40	Palangaan	Pamekasan	929009	768443	9218887
41	penempan	Pamekasan	929010	774139	9205297
42	Pasean	Pamekasan	929011	787168	9232786
43	Pegantenan	Pamekasan	929012	774150	9220515
44	Proppo	Pamekasan	929013	766051	9212233
45	Samiran	Pamekasan	929014	769476	9208947
46	Tlanakan	Pamekasan	929016	770185	9202038
47	Toronan	Pamekasan	929017	774795	9211318
48	Waru	Pamekasan	929018	780904	9231482
49	Ambunten	Sumenep	930001	802573	9237433
50	Batang Batang	Sumenep	930003	831458	9230375
51	Batu Putih	Sumenep	930004	823034	9234639
52	Bluto	Sumenep	930005	810508	9213587
53	Dasuk	Sumenep	930006	810401	9236203
54	Dungkek	Sumenep	930007	840490	9227603
55	Ganding	Sumenep	930008	798540	9221002
56	Gapura	Sumenep	930009	827742	9225314
57	Guluk Guluk	Sumenep	930010	795129	9219198
58	Jepun	Sumenep	930011	806662	9220748
59	Kebonagung	Sumenep	930013	814448	9224543
60	Lenteng Kec	Sumenep	930014	805249	9222085
61	Manding	Sumenep	930015	816709	9230452
62	Parsangan	Sumenep	930016	818037	9225359
63	Prenduan	Sumenep	930018	794898	9213313
64	Rubaru	Sumenep	930019	803858	9229986
65	Saronggi	Sumenep	930020	811356	9216039
66	Sie Sumenep	Sumenep	930021	815530	9224116

Lampiran B. Hasil Uji Statistik**B.1 Hasil Uji Median-Crossing**

No	Nama Stasiun	Kabupaten	Hasil Uji <i>Median Crossing</i>		
			Nilai Kritis	Z Hitung	Keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Arosbaya	Bangkalan	1,96	1,23	Data berasal dari proses acak
2	Blega	Bangkalan	1,96	3,13	Data tidak berasal dari proses acak
3	Burneh	Bangkalan	1,96	0,00	Data berasal dari proses acak
4	Dupok	Bangkalan	1,96	1,63	Data berasal dari proses acak
5	Galis	Bangkalan	1,96	0,82	Data berasal dari proses acak
6	Geger	Bangkalan	1,96	0,41	Data berasal dari proses acak
7	Kamal	Bangkalan	1,96	2,04	Data tidak berasal dari proses acak
8	Konang	Bangkalan	1,96	0,21	Data berasal dari proses acak
9	Socah	Bangkalan	1,96	0,82	Data berasal dari proses acak
10	Tanjung Bumi	Bangkalan	1,96	0,41	Data berasal dari proses acak
11	Tragah	Bangkalan	1,96	0,41	Data berasal dari proses acak
12	Ketapang	Sampang	1,96	2,04	Data tidak berasal dari proses acak
13	Omben	Sampang	1,96	0,82	Data berasal dari proses acak
14	Sampang	Sampang	1,96	0,82	Data berasal dari proses acak
15	Galis	Pamekasan	1,96	0,41	Data berasal dari proses acak
16	Klampar	Pemekasan	1,96	0,43	Data berasal dari proses acak
17	Larangan	Pemekasan	1,96	1,23	Data berasal dari proses acak
18	Pademawu	Pemekasan	1,96	0,10	Data berasal dari proses acak
19	Proppo	Pemekasan	1,96	0,45	Data berasal dari proses acak
20	Tlanakan	Pamekasan	1,96	1,63	Data berasal dari proses acak
21	Toronan	Pemekasan	1,96	0,89	Data berasal dari proses acak
22	Ambunten	Sumenep	1,96	0,10	Data berasal dari proses acak
23	Batu Putih	Sumenep	1,96	2,45	Data tidak berasal dari proses acak
24	Dasuk	Sumenep	1,96	0,10	Data berasal dari proses acak
25	Ganding	Sumenep	1,96	1,23	Data berasal dari proses acak
26	Guluk Guluk	Sumenep	1,96	0,10	Data berasal dari proses acak
27	Jepun	Sumenep	1,96	0,82	Data berasal dari proses acak
28	Kebonagung	Sumenep	1,96	0,10	Data berasal dari proses acak
29	Parsangan	Sumenep	1,96	0,82	Data berasal dari proses acak
30	Rubaru	Sumenep	1,96	0,10	Data berasal dari proses acak
31	Saronggi	Sumenep	1,96	2,04	Data tidak berasal dari proses acak

B.2 Hasil Uji Mann-Kendall

No	Nama Stasiun	Kabupaten	Hasil Uji Mann Kendall		
			Nilai Kritis	Z Hitung	Keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Arosbaya	Bangkalan	1,96	1,38	Tidak Ada Kecenderungan
2	Blega	Bangkalan	1,96	1,24	Tidak Ada Kecenderungan
3	Burneh	Bangkalan	1,96	1,17	Tidak Ada Kecenderungan
4	Dupok	Bangkalan	1,96	0,47	Tidak Ada Kecenderungan
5	Galis	Bangkalan	1,96	-1,26	Tidak Ada Kecenderungan
6	Geger	Bangkalan	1,96	0,65	Tidak Ada Kecenderungan
7	Kamal	Bangkalan	1,96	-2,64	Ada Kecenderungan
8	Konang	Bangkalan	1,96	-1,07	Tidak Ada Kecenderungan
9	Socah	Bangkalan	1,96	0,96	Tidak Ada Kecenderungan
10	Tanjung Bumi	Bangkalan	1,96	0,37	Tidak Ada Kecenderungan
11	Tragah	Bangkalan	1,96	-1,57	Tidak Ada Kecenderungan
12	Ketapang	Sampang	1,96	-2,10	Ada Kecenderungan
13	Omben	Sampang	1,96	0,19	Tidak Ada Kecenderungan
14	Sampang	Sampang	1,96	-0,82	Tidak Ada Kecenderungan
15	Galis	Pamekasan	1,96	-0,33	Tidak Ada Kecenderungan
16	Klampar	Pemekasan	1,96	0,69	Tidak Ada Kecenderungan
17	Larangan	Pemekasan	1,96	0,28	Tidak Ada Kecenderungan
18	Pademawu	Pemekasan	1,96	1,17	Tidak Ada Kecenderungan
19	Propo	Pemekasan	1,96	0,21	Tidak Ada Kecenderungan
20	Tlanakan	Pamekasan	1,96	0,30	Tidak Ada Kecenderungan
21	Toronan	Pemekasan	1,96	-0,57	Tidak Ada Kecenderungan
22	Ambunten	Sumenep	1,96	0,40	Tidak Ada Kecenderungan
23	Batu Putih	Sumenep	1,96	0,10	Tidak Ada Kecenderungan
24	Dasuk	Sumenep	1,96	-0,99	Tidak Ada Kecenderungan
25	Ganding	Sumenep	1,96	-2,87	Ada Kecenderungan
26	Guluk Guluk	Sumenep	1,96	0,72	Tidak Ada Kecenderungan
27	Jepun	Sumenep	1,96	-1,17	Tidak Ada Kecenderungan
28	Kebonagung	Sumenep	1,96	0,42	Tidak Ada Kecenderungan
29	Parsangan	Sumenep	1,96	-1,38	Tidak Ada Kecenderungan
30	Rubaru	Sumenep	1,96	-0,49	Tidak Ada Kecenderungan
31	Saronggi	Sumenep	1,96	-3,34	Ada Kecenderungan

B.3 Hasil uji *Rank-Sum*

No	Nama Stasiun	Kabupaten	Hasil Uji <i>Rank Sum</i>		
			Nilai Kritis	Z Hitung	Keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Arosbaya	Bangkalan	1,96	-1,39	Tidak Ada Perubahan
2	Blega	Bangkalan	1,96	-1,07	Tidak Ada Perubahan
3	Burneh	Bangkalan	1,96	-0,52	Tidak Ada Perubahan
4	Dupok	Bangkalan	1,96	-0,46	Tidak Ada Perubahan
5	Galis	Bangkalan	1,96	1,22	Tidak Ada Perubahan
6	Geger	Bangkalan	1,96	-0,63	Tidak Ada Perubahan
7	Kamal	Bangkalan	1,96	3,24	Ada Perubahan
8	Konang	Bangkalan	1,96	1,76	Tidak Ada Perubahan
9	Socah	Bangkalan	1,96	-0,90	Tidak Ada Perubahan
10	Tanjung Bumi	Bangkalan	1,96	0,19	Tidak Ada Perubahan
11	Tragah	Bangkalan	1,96	1,39	Tidak Ada Perubahan
12	Ketapang	Sampang	1,96	2,31	Ada Perubahan
13	Omben	Sampang	1,96	-0,57	Tidak Ada Perubahan
14	Sampang	Sampang	1,96	0,63	Tidak Ada Perubahan
15	Galis	Pamekasan	1,96	-1,01	Tidak Ada Perubahan
16	Klampar	Pemekasan	1,96	-2,31	Ada Perubahan
17	Larangan	Pemekasan	1,96	-1,22	Tidak Ada Perubahan
18	Pademawu	Pemekasan	1,96	-1,28	Tidak Ada Perubahan
19	Propo	Pemekasan	1,96	-0,81	Tidak Ada Perubahan
20	Tlanakan	Pamekasan	1,96	0,03	Tidak Ada Perubahan
21	Toronan	Pemekasan	1,96	1,73	Tidak Ada Perubahan
22	Ambunten	Sumenep	1,96	0,41	Tidak Ada Perubahan
23	Batu Putih	Sumenep	1,96	-0,14	Tidak Ada Perubahan
24	Dasuk	Sumenep	1,96	0,63	Tidak Ada Perubahan
25	Ganding	Sumenep	1,96	3,07	Ada Perubahan
26	Guluk Guluk	Sumenep	1,96	-1,17	Tidak Ada Perubahan
27	Jepun	Sumenep	1,96	0,73	Tidak Ada Perubahan
28	Kebonagung	Sumenep	1,96	0,19	Tidak Ada Perubahan
29	Parsangan	Sumenep	1,96	0,73	Tidak Ada Perubahan
30	Rubaru	Sumenep	1,96	-0,19	Tidak Ada Perubahan
31	Saronggi	Sumenep	1,96	1,93	Tidak Ada Perubahan