



**ANALISIS KECENDERUNGAN DAN PERUBAHAN HUJAN EKSTRIM
(2-HARIAN DAN 3-HARIAN) DI WILAYAH UPT PSDA DI PASURUAN**
*(Aplikasi Metode Mann-Kendall Test, Rank-Sum Test
dan Median Crossing Test)*

SKRIPSI

Oleh

Muh. Dian Nurul Hidayat
NIM 131710201034

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



**ANALISIS KECENDERUNGAN DAN PERUBAHAN HUJAN EKSTRIM
(2-HARIAN DAN 3-HARIAN) DI WILAYAH UPT PSDA DI PASURUAN**
*(Aplikasi Metode 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

Muh. Dian Nurul Hidayat
NIM 131710201034

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai tanda bakti dan terima kasih kepada kedua orang tuaku tercinta, Ibu PoniyeM dan Bapak Slamet Riyadi yang telah memberikan doa, kasih sayang, cinta serta semangat yang luar biasa.



MOTTO

"Karena sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap "

(QS. Asy-Syarah: 5-8)

"Karunia Allah yang paling lengkap adalah kehidupan yang didasarkan ilmu pengetahuan."

(Ali bin Abi-Thalib)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama: Muh. Dian Nurul Hidayat

NIM: 131710201034

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Analisis Kecenderungan dan Perubahan Hujan Ekstrim (2-harian dan 3-harian) di Wilayah UPT PSDA di Pasuruan (Aplikasi Metode *Mann-Kendall Test*, *Rank-Sum Test*, dan *Median Crossing Test*)” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Mei 2018

Muh. Dian Nurul Hidayat
NIM 131710201034

SKRIPSI

**ANALISIS KECENDERUNGAN DAN PERUBAHAN HUJAN
EKSTRIM (2-HARIAN DAN 3-HARIAN) DI WILAYAH
UPT PSDA DI PASURUAN
(Aplikasi Metode *Mann-Kendall Test*, *Rank-Sum Test*
dan *Median Crossing Test*)**

Oleh

**Muh. Dian Nurul Hidayat
NIM 131710201034**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Prof. Dr. Indarto. S.TP., DEA.
Dosen Pembimbing Anggota : Askin, S.TP., M.MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Kecenderungan dan Perubahan Hujan Ekstrim (2-harian dan 3-harian) di Wilayah UPT PSDA di Pasuruan (Aplikasi Metode *Mann-Kendall Test*, *Rank-Sum Test*, dan *Median Crossing Test*)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

Hari :

Tanggal : 2018

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Prof. Dr. Indarto, S.TP., DEA.
NIP. 197001011995121001

Askin, S.TP., M.MT.
NIP. 197008302000031001

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota,

Ir. Tasliman, M.Eng.
NIP. 196208051993021002

Dr. Idah Andriyani, S.TP., M.T.
NIP. 197603212002122001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, STP, M.Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Analisis Kecenderungan dan Perubahan Hujan Ekstrim (2-harian dan 3-harian) di Wilayah UPT PSDA di Pasuruan (Aplikasi Metode *Mann-Kendall Test*, *Rank-Sum Test*, dan *Median Crossing Test*); Muh. Dian Nurul Hidayat, 131710201034; 2018: 68 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kecenderungan dan perubahan hujan ekstrim (2-harian dan 3-harian), dan menggambarkan sebaran spasial kecenderungan hujan ekstrim ke dalam peta tematik GIS (*Geographic Information System*). Data hujan dari 64 stasiun di wilayah UPT PSDA di Pasuruan dengan periode rekaman data dari 1980 – 2015, digunakan sebagai input utama. Data hujan 2-harian dan 3-harian diolah dari data hujan harian. Wilayah UPT PSDA di Pasuruan mencakup wilayah Kota Pasuruan, Kota Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Probolinggo, dan Kecamatan Lawang. Analisis kecenderungan menggunakan Uji *Mann-Kendall*, *Rank-Sum*, dan *Median Crossing* test, dengan tingkat signifikansi α 0,05. *Mann-Kendall test* digunakan untuk mengidentifikasi kecenderungan hujan ekstrim. *Rank-Sum test* digunakan untuk mengidentifikasi adanya perubahan/pergeseran curah hujan ekstrim antara periode awal dan akhir. *Median Crossing test* digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik data hujan ekstrim berasal dari proses acak atau tidak. Hasil uji *Mann-Kendall* menunjukkan tren curah hujan ekstrim yang signifikan. Kecenderungan terjadi di dua belas (12) stasiun hujan pada curah hujan ekstrim 2-harian dan di tujuh (7) stasiun hujan untuk curah hujan ekstrim 3-harian. Selanjutnya, hasil uji *Rank-Sum* menunjukkan adanya fenomena pergeseran hujan ekstrim 2-harian di delapan (8) stasiun curah hujan. Pergeseran hujan ekstrim 3-harian juga terjadi pada delapan (8) stasiun curah hujan. Uji akhir, hasil uji *Median Crossing* menunjukkan bahwa data hujan ekstrim dari stasiun hujan sebagian besar berasal dari proses acak.

SUMMARY

Trend and Shift Analysis of Extreme Rainfall (2 and-3 days rainfall) in the Area of UPT PSDA Pasuruan (Application of Mann-Kendall Test, Rank-Sum Test, and Median Crossing Test Methods); Muh. Dian Nurul Hidayat, 131710201034; 2018: 68 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember

This study aims to identify and analyze trends and shift of extreme rainfall (2 and 3-days rainfall), and to describe the spatial distribution of extreme rainfall trend into thematic GIS layer. Rainfall data from 64 stations in the area of UPT PSDA of Pasuruan which recorded from 1980-2015 were used as the main input. The 2-days and 3-days rainfall data was processed from daily rainfall data. The Area of UPT PSDA in Pasuruan covering Pasuruan City, Probolinggo City, Pasuruan Regency, Probolinggo Regency, and Lawang District. The trend analysis used Mann-Kendall, Rank-Sum, and Median Crossing test with significance level α 0,05. Mann-Kendall Test was used to identify trends of extreme rainfalls. Rank-Sum test was used to identify the existence of extreme rainfall shift between the initial and final periods. Median Crossing test was used to identify whether the extreme rainfall data come from the random process or not. Mann-Kendall test results show a significant trend of extreme rainfall. This trend occurs twelve (12) rainfall stations for 2-days extreme rainfall and at seven (7) rainfall stations for the 3-days extreme rainfall. Furthermore, the Rank-Sum test show the shift of the 2-days extreme rainfall phenomenon at eight (8) rainfall stations. The shift of 3-days extreme reinfall showed at eight (8) rainfall stations. Finally, the Median Crossing test showed that majority data from rainfall stations come from the random process.

PRAKATA

Rasa syukur kehadiran Allah SWT yang tak pernah lupa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya yang luar biasa besar, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kecenderungan dan Perubahan Hujan Ekstrem (2-harian dan 3-harian) di Wilayah UPT PSDA di Pasuruan (Aplikasi Metode *Mann-Kendall Test*, *Rank-Sum Test*, dan *Median Crossing Test*)” dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karenanya penulis menyampaikan rasa terima kasih yang teramat dalam kepada:

1. Prof. Dr. Indarto. S.TP., DEA., selaku dosen pembimbing utama, yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing selama penyelesaian penelitian serta penulisan skripsi ini;
2. Askin, S.TP., M.MT., selaku dosen pembimbing anggota, yang telah memberikan bimbingan, kritik dan saran dalam penyelesaian penulisan skripsi ini;
3. Ir. Tasliman, M.Eng. selaku dosen penguji utama dan Dr. Idah Andriyani, S.TP., M.T. selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan saran dan kritikan dalam penelitian skripsi ini;
4. Dr. Elida Novita, S.TP., M.T., selaku dosen waliyang telah memberikan banyak bimbingan dan arahan selama masa studi;
5. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si., selaku Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian yang telah memberikan kritik dan saran selama perbaikan penyusunan skripsi ini;
6. Sahabat-sahabatku, Epe, Ahmad, Hanif, Yoga dan keluarga TEP-A 2013, terima kasih untuk persahabatannya, saling memotivasi, mendukung, mendoakan, dan menghibur lewat berbagai candaan dan menumbuhkan semangat dalam meraih gelar S.T bersama;

7. Sofiah Dian Yuliarina, yang selalu saling memberikan semangat dan doa dalam menyelesaikan skripsi ini;
8. Tim Ex Irigasi 2013 yang telah menjadi *partner* dalam mengerjakan skripsi;
9. Keluarga besar Angkatan Super 2013, terima kasih atas kekompakan, rasa kekeluargaannya dan pengalaman yang tidak ada dibangku kuliah serta membentuk pribadi yang tangguh;
10. Keluarga besar HMJ IMATEKTA, UMKI Kosinus Teta dan BPM F/U terima kasih atas kekompakan, rasa kekeluargaannya dan pengalaman yang tidak ada dibangku kuliah serta membentuk pribadi yang tangguh;
11. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian yang telah membantu kelancaran proses pembuatan skripsi ini;
12. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu-satu, terima kasih atas dukungan dan kerjasamanya.

Penulis sadar bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kesalahan. Penulis juga mengucapkan terimakasih atas segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jember, Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUNG.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING.....	vi
PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
<i>SUMMARY</i>	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Curah Hujan Ekstrim.....	4
2.2 Deteksi Kecenderungan (<i>Trend Detection</i>).....	5
2.2.1 Penelitian Terdahulu Terkait Analisis Kecenderungan.....	5

2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Kecenderungan Hujan Ekstrim.....	7
2.3 Metode Pengujian Kecenderungan dan Perubahan	8
2.3.1 <i>Mann-Kendall Test</i>	9
2.3.2 <i>Rank-Sum Test</i>	9
2.3.3 <i>Median Crossing Test</i>	10
BAB 3. METODOLOGI.....	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	12
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	12
3.3 Tahapan Penelitian	13
3.3.1 Inventarisasi Data.....	14
3.3.2 Analisis Pendahuluan	14
3.3.3 Pengolahan Data (Uji Statistik).....	15
3.3.4 Menginterpretasikan Hasil	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Analisis Pendahuluan.....	19
4.2 Analisis Statistik Kecenderungan Hujan Eksrim	23
4.2.1 Uji <i>Mann-Kendall</i>	23
4.2.2 Uji <i>Rank-Sum</i>	25
4.2.3 Uji <i>Median-Crossing</i>	26
4.3 Interpertasi Kecenderungan Hujan Ekstrim	28
4.4 Plot Rentang Waktu Kecenderungan Hujan Ekstrim.....	31
4.4.1 Kecenderungan Hujan Ekstrim Meningkat Signifikan	34
4.4.2 Kecenderungan Hujan Ekstrim Tidak Signifikan	35
4.4.3 Tidak Terdapat Kecenderungan Hujan	39
4.4.4 Kecenderungan Hujan Menurun Signifikan.....	40
BAB 5. PENUTUP.....	43
5.1 Kesimpulan	43

5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	47



DAFTAR TABEL

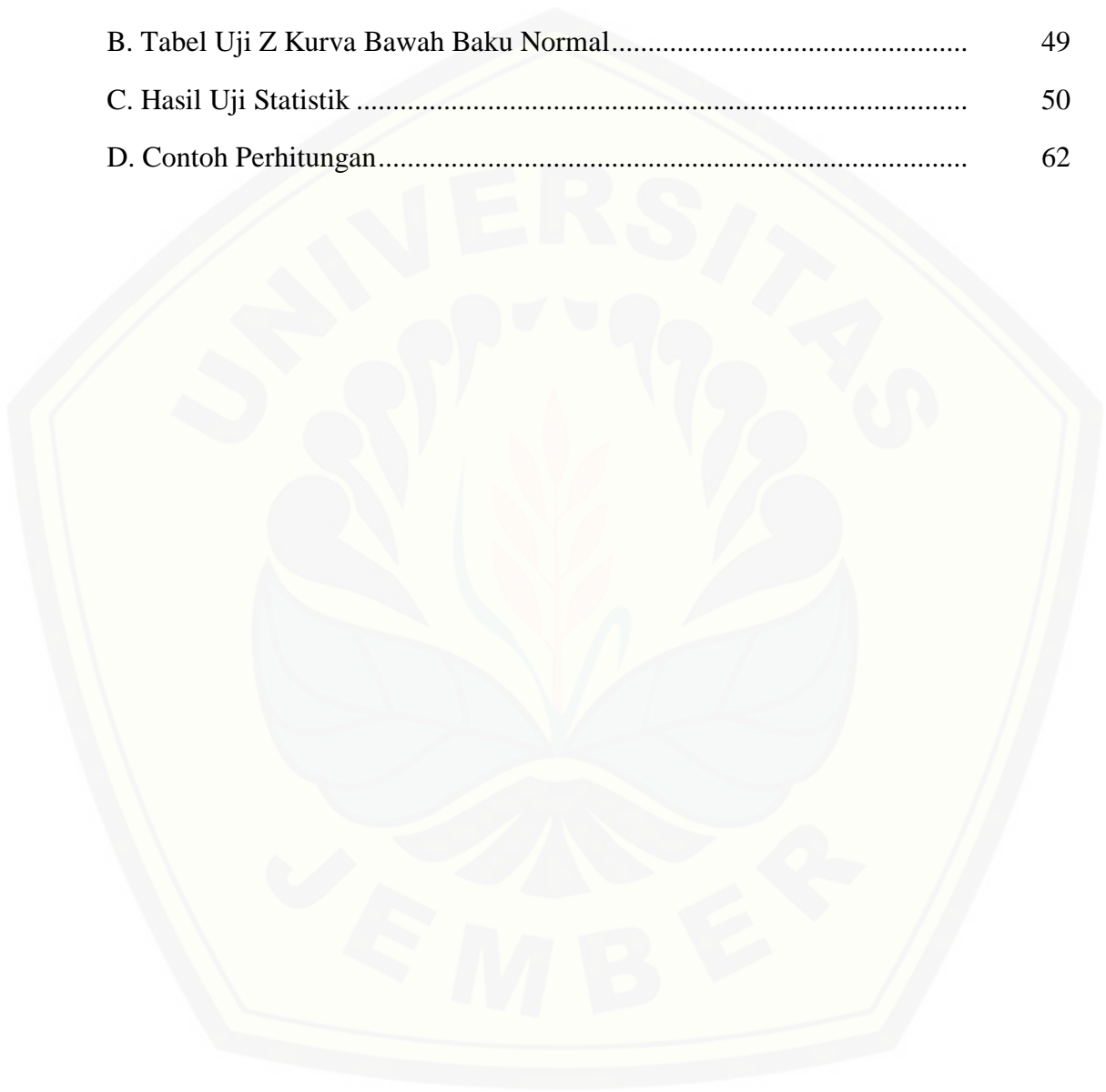
	Halaman
2.1 Keadaan hujan dan intensitas hujan	4
2.2 Hasil penelitian terdahulu	6
3.1 Pembagian group data pengamatan.....	16
4.1 Hasil perhitungan dan hipotesis uji <i>Mann-Kendall</i>	24
4.3 Hasil perhitugan <i>Rank-Sum</i>	25
4.4 Contoh hasil uji <i>Median Crossing</i>	27

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Peta lokasi stasiun hujan di Wilayah UPT PSDA di Pasuruan	13
3.2 Diagram alir penelitian.....	14
4.1 Peta distribusi hujan tahunan UPT PSDA di Pasuruan tahun 1980-2015	20
4.2 Peta distribusi frekuensi hujan 2-harian di wilayah UPT PSDA di Pasuruan tahun 1980-2015	21
4.3 Peta distribusi frekuensi hujan 3-harian di wilayah UPT PSDA di Pasuruan tahun 1980-2015	22
4.4 Peta kecenderungan hujan ekstrim 2-harian wilayah UPT PSDA di Pasuruan.....	29
4.5 Peta kecenderungan hujan ekstrim 3-harian wilayah UPT PSDA di Pasuruan.....	30
4.6 Rentang waktu kecenderungan hujan ekstrim 2-harian di wilayah UPT PSDA di Pasuruan.....	32
4.7 Rentang waktu kecenderungan hujan ekstrim 3-harian di wilayah UPT PSDA di Pasuruan.....	33
4.8 Plot rentang waktu hujan ekstrim 2-harian meningkat signifikan	34
4.9 Plot rentang waktu hujan ekstrim 3-harian meningkat signifikan	35
4.10 Plot rentang waktu hujan ekstrim 2-harian menurun tidak signifikan.	36
4.11 Plot rentang waktu hujan ekstrim 3-harian menurun tidak signifikan.	37
4.12 Plot rentang waktu hujan ekstrim 2-harian meningkat tidak signifikan	38
4.13 Plot rentang waktu hujan ekstrim 3-harian meningkat tidak signifikan	38
4.14 Plot rentang waktu hujan ekstrim 2-harian meningkat signifikan	39
4.15 Plot rentang waktu hujan ekstrim 3-harian meningkat signifikan	40
4.16 Plot rentang waktu hujan ekstrim 2-harian meningkat signifikan	41
4.17 Plot rentang waktu hujan ekstrim 3-harian meningkat signifikan	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Tabel Ketersediaan Data	47
B. Tabel Uji Z Kurva Bawah Baku Normal.....	49
C. Hasil Uji Statistik	50
D. Contoh Perhitungan.....	62



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim/cuaca ekstrem menjadi salah satu tantangan yang besar pada abad ini, karena keberlangsungan pembangunan ekonomi dan kondisi kehidupan bergantung pada kemampuan manusia dalam mengelola resiko terkait peristiwa ekstrem (Tank *et al.*, 2009). Unsur iklim yang paling berpengaruh terhadap perubahan iklim di Indonesia adalah hujan. Di samping menjadi sumber daya alam yang sangat dibutuhkan bagi seluruh makhluk hidup, hujan juga dapat menjadi sumber bencana. Curah hujan yang tinggi dan tergolong dalam kategori ekstrem pada suatu wilayah mengakibatkan wilayah tersebut rentan terhadap bencana seperti banjir dan tanah longsor (Nugroho, 2002; Hasnawir, 2012).

Hasil analisis CDF (*Cumulatif Distribution Function*) pada satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) mengindikasikan ada peningkatan peluang curah hujan ekstrem di sebagian wilayah Indonesia dalam kurun waktu 10 tahun selama tahun 1998-2008 (Kementerian PPN/Bappenas, 2014). Curah hujan ekstrem terjadi ketika curah hujan mencapai 50-100 mm/hari atau lebih (BMKG, 2016). Menurut Hanna *et al.* (2008) hujan ekstrem dalam suatu wilayah tidak hanya dilihat dari intensitas hujan yang tinggi saja, namun juga berdasarkan lama durasi hujan. Semakin tinggi intensitas hujan serta dengan durasi yang lama pada suatu wilayah, maka kerentanan terhadap terjadinya bencana banjir juga semakin besar.

Hujan ekstrem dengan durasi 2-harian dan 3-harian dapat menyebabkan bencana, seperti yang terjadi di Sulawesi Selatan. Intensitas hujan yang tinggi pada tanggal 3 sampai 4 Mei 2011 mengakibatkan bencana tanah longsor dangkal yang tersebar di 23 Kabupaten Sulawesi Selatan (Hasnawir, 2012). Curah hujan kumulatif 3 hari maksimum juga merupakan salah satu parameter dalam menentukan kerentanan tanah longsor (Paimin *et al.*, 2012). Untuk mengidentifikasi curah hujan ekstrem pada suatu wilayah perlu dilakukan analisis rentang waktu. Analisis tersebut dilakukan untuk mengetahui kecenderungan (*trend*) dan perubahan (*shift*) hujan ekstrem yang terjadi pada suatu wilayah.

Penelitian terkait kecenderungan hujan ekstrem menggunakan berbagai durasi hujan telah dilakukan di beberapa negara seperti Australia, Malaysia dan Indonesia (Hajani *et al.*, 2014; Othman *et al.*, 2016; Nara 2017). Beberapa penelitian tersebut menggunakan metode non parametrik (Mann-Kendall) untuk mendeteksi kecenderungan/*trend*.

UPT PSDA di Pasuruan merupakan suatu lembaga yang menangani pengolahan sumber daya air yang memiliki wilayah kerja yang meliputi Kota Pasuruan, Kota Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Probolinggo, dan Kecamatan Lawang. Sembilan Desa/Kelurahan di Pasuruan terendam banjir pada bulan Februari 2018. Faktor terjadinya banjir di wilayah tersebut karena hujan lebat lebat yang menyebabkan Sungai Welang dan Bangil meluap (DetikNews, 2018). Sebagai upaya perencanaan sumber daya air dan adaptasi terhadap resiko terjadinya bencana di wilayah administratif UPT PSDA di Pasuruan perlu dilakukan analisis kecenderungan dan kecenderungan hujan ekstrem. Analisis tersebut dilakukan untuk mengetahui sebaran kecenderungan hujan ekstrem 2-harian dan 3-harian pada wilayah UPT PSDA di Pasuruan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, curah hujan ekstrem pada suatu wilayah dapat mengakibatkan bencana banjir ataupun tanah longsor, sehingga upaya terhadap perencanaan sumber daya air menjadi tidak menentu. Untuk mengidentifikasi ada tidaknya hujan ekstrem, maka perlu dilakukan analisis kecenderungan dan perubahan hujan ekstrem 2-harian dan 3-harian. Analisis tersebut diharapkan dapat menjadi faktor penunjang dalam perencanaan sumber daya air di wilayah UPT PSDA di Pasuruan terutama sebagai upaya mirigasi dan adaptasi bencana.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah melakukan analisis kecenderungan dan perubahan hujan ekstrem (2-harian dan 3-harian) menggunakan metode *Mann-Kendall*, *Rank-Sum Test*, dan, *Median Crossing Test* pada wilayah

administratif UPT PSDA di Pasuruan. Stasiun hujan yang dipergunakan yaitu stasiun hujan yang memiliki data hujan minimal 20 tahun secara kontinyu.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis kecenderungan dan perubahan hujan maksimal 2-harian dan 3-harian berurutan yang terjadi di wilayah UPT PSDA di Pasuruan, serta menggambarkan sebaran spasial kecenderungan tersebut ke dalam peta tematik GIS (*Geographic Information System*).

1.5 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi Pengelola/Intitusi terkait dan Masyarakat

Memberikan informasi terkait kecenderungan dan perubahan hujan ekstrim di wilayah UPT PSDA di Pasuruan (peta tematik) sebagai upaya untuk mengantisipasi terhadap resiko bencana banjir.

2. Bagi Ilmu Pengetahuan

Sebagai penerapan ke-ilmuan terkait hidrologi. Hasil dari analisis kecenderungan hujan ekstrim diharapkan dapat memperluas wacana analisis kecenderungan/trend.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Curah Hujan Ekstrim

Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi (unsur iklim) turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi. Nilai kuantitas untuk menyatakan hujan dikenal dengan istilah curah hujan yang dinyatakan dalam satuan tinggi mm. Nilai curah hujan tidak bertambah sebanding dengan waktu. Artinya, penambahan curah hujan adalah kecil apabila dibandingkan dengan penambahan waktu karena hujan dapat berkurang atau berhenti dalam durasi waktu lebih lama (Mori, 1999). Jumlah curah hujan persatuan waktu disebut intensitas hujan. Intensitas hujan dapat menggambarkan keadaan hujan yang terjadi. Keadaan dan intensitas hujan disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Keadaan hujan dan intensitas hujan

Keadaan hujan	Intensitas hujan (mm)		
	1 jam*	24 jam*	3 hari**
Hujan sangat ringan	<1	<5	<50
Hujan ringan	1-5	5-20	50-99
Hujan normal	5-10	20-50	100-199
Hujan lebat	10-20	50-100	200-299
Hujan sangat lebat	>20	>100	>300

Sumber : *Mori, (1999), **Paimin *et al.*, (2012)

Kondisi atau keadaan curah hujan yang lebih tinggi dari keadaan normal termasuk dalam curah hujan ekstrim. Berdasarkan Peraturan KBMKG No: Kep.009 Tahun 2010 cuaca ekstrim terjadi ketika curah hujan memiliki intensitas ≥ 50 mm/hari atau disebut dengan hujan lebat (Kepala Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika 2010). Menurut Hanna *et al.* (2008) hujan ekstrim dalam suatu wilayah tidak hanya dilihat berdasarkan intensitas hujan yang tinggi saja, namun juga berdasarkan lama durasi dan jarak spasial hujan.

Maslakah (2015) melakukan penelitian tren curah hujan ekstrim di Juanda Surabaya tahun 1981-2013 berdasarkan indeks iklim ekstrim yang ditetapkan ETCCDMI (*Expert Team for Climate Change Detection Monitoring and Indices*). Hasil penelitian tersebut menunjukkan frekuensi kejadian hujan lebat semakin meningkat pada curah hujan maksimum 1 harian (RX1day) dan 5 harian (RX5

day). Menurut Nugroho (2002) bencana banjir yang terjadi di Jakarta pada tanggal 27 Januari hingga 1 Februari 2002 disebabkan adanya intensitas hujan yang besar dengan durasi yang lama. Intensitas banjir pada tanggal tersebut bahkan lebih besar daripada bencana banjir di Jakarta tanggal 6-7 Januari dan 9-11 Februari 1996. Oleh karena itu, pertimbangan curah hujan ekstrim tidak hanya berdasarkan besar intensitas hujan per harinya, namun juga berdasarkan durasi hujan.

2.2 Deteksi Kecenderungan (*Trend Detection*)

Proses hidrologi seperti terjadinya hujan dan aliran permukaan berubah dalam skala waktu yang berkelanjutan (*time series*). Oleh karena itu, agar lebih praktis dalam penyajian data hidrologi disajikan dalam skala waktu diskrit (*discrete time series*) (Salas, 1980). Salah satu bentuk penyajian data yaitu menggunakan grafik. Menurut Hirsch *et al.* (1993) penyajian grafik mempunyai dua tujuan yaitu, untuk mengetahui karakteristik distribusi atau hubungan antar variabel yang mungkin tidak teramati dan menggambarkan konsep penting ketika menyajikan hasil, seperti halnya kejadian perubahan granular faktor hidrologi. Perubahan granular (perubahan naik dan turun) faktor hidrologi terhadap waktu disebut dengan tren atau kecenderungan (Soemarto, 1997). Deteksi kecenderungan terkait unsur-unsur iklim sangat penting dilakukan untuk memproyeksikan kecenderungan nilai variable iklim pada periode mendatang.

2.2.1 Penelitian Terdahulu Terkait Analisis Kecenderungan

Beberapa peneliti melakukan penelitian terkait analisis kecenderungan dengan tujuan untuk mengetahui kecenderungan pada beberapa unsur iklim, membandingkan metode yang dipergunakan ataupun melihat kecenderungan berdasarkan tingkat signifikasinya. Subarna (2014) melakukan uji kecenderungan terhadap empat unsur iklim (curah hujan, temperature, evaporasi dan banyak hari hujan) selama periode 1998-2007 menggunakan metode *Mann Kendall* di stasiun klimatologi Bandung. Berdasarkan analisis tersebut data curah hujan dan banyak hari hujan memiliki nilai *p-value* lebih besar dari level signifikan 5% dan menunjukkan kecenderungan turun. Muharsyah (2012) melakukan deteksi

kecenderungan perubahan suhu di sejumlah wilayah di Papua menggunakan uji regresi dan uji *Mann-Kendall*. Berdasarkan kedua uji tersebut menunjukkan hasil cenderung yang sama, namun metode uji *Mann-Kendall* lebih akurat pada tingkat kepercayaan 99%.

Beberapa analisis kecenderungan juga dilakukan untuk mengetahui tren perubahan iklim ataupun hujan ekstrim pada suatu wilayah. Metode dan hasil dari penelitian terdahulu terkait analisis kecenderungan dijadikan dasar sekaligus acuan terhadap penelitian sekarang. Adapun penelitian terdahulu yang dijadikan dasar serta acuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 2.2 Hasil penelitian terdahulu

No	Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Donald H. Burn, Rami Mansour, Kan Zhang dan Paul H. Whifield	2011	Trend and Variability in Extreme Rainfall Events in British Columbia	Analisis trend dilakukan pada 38 stasiun yang berlokasi di British Columbia menggunakan uji tren nonparametrik <i>Mann-Kendall</i> . Analisis tersebut dilakukan untuk mengidentifikasi tren dalam ukuran curah hujan yang ekstrim untuk setiap stasiun, dan menilai signifikan dari tren dalam data.	Penelitian ini mengungkapkan tren yang semakin meningkat pada curah hujan ekstrim, terutama untuk musim panas dan untuk durasi hujan pendek. Hasil tren untuk musim dingin mengungkapkan tren meningkat dan menurun tetapi umumnya respon tren jauh lebih lemah daripada di musim panas.
2	Evan Hajani, Ataur Rahman, Khaled Haddad	2014	Analisis Tren untuk Kejadian Curah Hujan Ekstrim di New South Wales, Australia	Analisis trend data curah hujan maksimum tahunan dari 30 stasiun di New South Wales, Australia dengan menggunakan dua tes non-parametrik, <i>Mann-Kendall</i> (MK) dan <i>Spearman's Rho</i> (SR). Data curah hujan dianalisis untuk lima belas durasi yang berbeda mulai dari 6 menit sampai 2 hari.	Ditemukan bahwa durasi sub-jam (6, 12, 18, 24, 30 dan 48 menit) menunjukkan tren positif yang secara statistik signifikan sedangkan durasi yang lebih lama (sub-harian dan harian) peristiwa umumnya menunjukkan tren negatif signifikan secara statistik. Hasil uji MK dan uji SR memberikan hasil yang sangat berbeda untuk beberapa durasi kejadian hujan.
3	Mazina Ajang Othman, Nor Aziza Zakaria, Aminuddin Ab. Ghani	2016	Analysis Of Trend Of Extreme Rainfall Event Using Mann-Kendall Test: A Case Study In Pahang And Kelantan Ricer Basins	Menentukan trend kejadian hujan ekstrem dengan berbagai periode badai (10, 30 dan 60 menit serta 3, 6, 12, 24, 48, 120 dan 240 jam) menggunakan <i>Mann-Kendall</i> dan <i>Sen's Slope</i> . Hipotesis nol diuji pada tingkat kepercayaan 95%.	Hasilnya menunjukkan bahwa curah hujan harian maksimum tahunan untuk Pahang River basin dan Kelantan River basin meningkat selama 45 tahun. Hasil menunjukkan bahwa persentase stasiun dengan tren yang signifikan secara statistik (pada tingkat signifikansi 0,05) di cekungan Sungai Kelantan lebih tinggi dibandingkan dengan DAS Pahang. Persentase stasiun yang menunjukkan tren meningkat jauh lebih tinggi untuk curah hujan durasi pendek (10, 30 dan 60 menit dan 3 jam) dibandingkan dengan curah hujan durasi panjang (6, 12, 24, 48, 120 dan 240 jam). Studi ini akan berguna untuk merencanakan, merancang dan mengelola sistem banjir dan air hujan di daerah ini.

Tabel 2.2 (Lanjutan)

No	Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
4	Gneneyougo Emile Soro, Dabissi Noufé, Tié Albert Goula Bi and Bernard Shorohou	2016	Trend Analysis for Extreme Rainfall at Sub-Daily and Daily Timescales in Côte d'Ivoire	Analisis trend yang dipergunakan untuk mendeteksi tren curah hujan ekstrim dari 10 seri waktu sub harian dan 44 seri waktu harian di Pantai Gading menggunakan uji tren non parametrik <i>Mann-Kendall</i> dan regresi linier dengan tingkat signifikansi 90%, 95% dan 99%.	Hasil dari analisis tren curah hujan sub-harian dan harian di Côte d'Ivoire menunjukkan beberapa tren negatif secara statistik. Beberapa kecenderungan dalam peristiwa curah hujan ekstrim terjadi pada wilayah selatan dan tenggara. Tidak adanya perubahan signifikan dalam curah hujan ekstrim menunjukkan bahwa dampak banjir yang terjadi selama dekade terakhir di Côte d'Ivoire akibat dari pembangunan habitat di dataran banjir dan penduduk ilegal yang berada di bantaran sungai.
5	Wei Wei, Zhongjie Shi, Xiaohui Yang	2017	Recent Trends Of Extreme Precipitation and Their Teleconnection with Atmospheric, Circulation in the Beijing-Tianjin Sand Source Region, China, 1960-2014	Analisis trend temporal dan spasial presipitasi ekstrim di Kawasan Sumber Pasir Beijing-Tianjin (BTSSR) menggunakan uji <i>Mann-Kendall</i> , Sen lereng pengukur dan Regresi Linier dengan data curah hujan selama 1960-2014 pada 53 stasiun.	Intensitas hujan menunjukkan penurunan secara signifikan pada jumlah hujan 1 hari dan 5 hari dengan nilai 1,41 dan 2,05 mm/tahun. Jumlah hujan 10 hari menunjukkan kecenderungan yang umum untuk iklim kering. Curah hujan ekstrem untuk BTSSR berguna dalam hal perencanaan daerah untuk restorasi ekologi, pencegahan bencana alam dan pengelolaan air di masa depan.
6	Obednego Domingus Nara	2017	Analisis Kecenderungan Curah Hujan Terhadap Distriusi Data Ekstrim pada Daerah Aliran Sungai DI Pulau Ambon	Kecenderungan curah hujan diuji menggunakan metode <i>Mann-Kendall</i> dan menggunakan EVT (<i>Extreme Value Theory</i>), sedangkan untuk membahas kejadian-kejadian ekstrim dimodelkan dengan distribusi GEV. Tingkat signifikansi yang dipergunakan 0,05.	Kecenderungan hujan selama 32 tahun dengan uji <i>Mann-Kendall</i> terhadap DAS di Pulau Ambon menemukan kecenderungan naik selama 8 bulan dan turun 4 bulan. Hasil uji menunjukkan bahwa curah hujan pada DAS di Pulau Ambon cenderung berdistribusi ekstrim dengan fungsi sebaran nilai maksimum terhadap pengamatan jangka waktu yang digunakan sebagai periode ulang.

Sumber : Burn *et al.* (2011); Hajani, Rahman, dan Haddad (2014); Othman *et al.* (2016); Soro *et al.* (2016); Wei *et al.* (2017); Nara (2017)

2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Kecenderungan Hujan Ekstrim

Tren atau kecenderungan akan lebih mudah dideteksi atau analisis apabila mempunyai data atau hasil pengamatan yang panjang (Soemarto, 1997). Oleh karena itu untuk melakukan analisis kecenderungan diperlukan data pengamatan yang panjang. Wei *et al.* (2017) melakukan analisis *trend* presipitasi ekstrim di Kawasan Sumber Pasir Beijing-Tianjin (BTSSR) data curah hujan yang

dipergunakan yaitu selama 55 tahun. Hasil dari analisis tersebut menunjukkan sebagian besar stasiun mengalami kecenderungan menurun di semua indeks curah hujan ekstrim. Berdasarkan analisis korelasi menunjukkan penurunan presipitasi ekstrim di BTSSR terutama di pengaruhi oleh El Niño-Southern Oscillation (ENSO), East Asian Summer Monsoon (EASM) dan Pacific Decadal Oscillation (PDO).

Berdasarkan analisis *Cumulative Distribution Function* (CDF) dari satelit TRMM mengindikasikan adanya peningkatan peluang curah hujan ekstrim harian di sebagian wilayah Indonesia dalam kurun waktu kurang lebih 10 tahun selama 1998-2008 (Kementerian PPN/Bappenas, 2014). Peningkatan tersebut di duga akibat pengaruh fenomena global *La Nina*. *La Nina* merupakan peristiwa penurunnya suhu permukaan air laut mulai dari bagian tengah hingga timur samudra pasifik, yang diikuti dengan terjadinya *warm pool* akibat meningkatnya dari permukaan air laut di perairan Indonesia dan sekitarnya dapat menimbulkan penambahan curah hujan yang berpotensi terhadap terjadinya banjir.

2.3 Metode Pengujian Kecenderungan dan Perubahan

Ada banyak metode yang dapat digunakan dalam menilai atau menganalisis kecenderungan dan perubahan data rentang waktu (hidrologi). Terdapat dua istilah umum yang sering dipakai untuk membedakan metode yang digunakan, yaitu *parametric test* dan *non-parametric test*. *Linear regression* merupakan salah satu metode pengujian *parametric test* yang digunakan untuk menguji perubahan data rentang waktu yang berdistribusi normal. *Non Parametric test* merupakan pengujian statistik yang digunakan untuk menguji perubahan data rentang waktu yang tidak berdistribusi normal. Pada umumnya data hidrologi (*time series data*) tidak terdistribusi secara normal. Selain itu, metode kecenderungan linier memiliki kelemahan yaitu sangat sulit digunakan untuk menguji kecenderungan data yang random (acak) dan memiliki periode pengamatan yang pendek. Oleh karena itu, pengujian yang biasa dipakai yaitu menggunakan metode *non-parametric test* (Robson *et al.*, 2000).

2.3.1 Mann-Kendall Test

Mann-Kendall Test merupakan salah satu metode *non-parametrik test* yang dapat digunakan untuk menguji apakah terdapat *trend* atau tidak pada data rentang waktu (*time series data*) (Chiew dan Siriwardena, 2005). Selain itu, uji Mann-Kendall merupakan uji statistik yang direkomendasikan oleh WMO dalam menguji tren data meteorologi (World Meteorological Organization, 1988). Tahapan dari uji *Mann-Kendall* sebagai berikut (Hirsch *et al.*, 1993):

- a. 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
- b. membandingkan semua $n(n-1)/2$ terhadap nilai y_1 . P disebut banyaknya kejadian dimana $y_i > y_j$ ($i > j$), dan M untuk banyaknya $y_i < y_j$ ($i < j$)
- c. menghitung statistik $S = P - M$ (2.1)
- d. untuk $n > 10$ dilakukan dengan pendekatan distribusi normal.

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

dan $Var(S) = n(n-1)(2n+5)/18$ (2.2)

- Keterangan:
- n = Jumlah sampel/banyaknya tahun data hujan
 - S = uji statistik kecenderungan
 - P = banyaknya kejadian dimana $y_i > y_j$
 - M = banyaknya kejadian dimana $y_i < y_j$
 - $Var(S)$ = Varian dari S
 - i = urutan data ke 1 hingga $n-1$
 - j = urutan data $i + 1$ hingga n

Dimana Z mengikuti distribusi normal, nilai Z positif menggambarkan adanya naiknya *trend* dan nilai Z negatif menggambarkan turunnya *trend* dalam periode tersebut. Jika $|Z| > Z_{(1-\alpha/2)}$, maka terdapat *trend* dalam data tersebut atau hipotesis nol (H_0) ditolak.

2.3.2 Rank-Sum Test

Menurut Helsel dan Hirsch. (2002) uji ini digunakan untuk menguji apakah terdapat perubahan antar periode data dengan membandingkan median pada dua periode data tersebut. Pada *Rank-Sum test* 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 (Helsel dan Hirsch, 2002):

- a. memberi ranking pada setiap data, mulai dari 1 (terkecil) hingga ke N (terbesar). $N = n + m$, dimana 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.
- b. Menghitung statistik W (jumlah dari ranking n pengamatan di grup terkecil).
- c. Untuk ukuran sampel, menghitung rerata teoritis dan standar deviasi dari W dalam H_0 untuk keseluruhan sampel:

$$\mu = \frac{n(N+1)}{2} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{nm(N+1)}{12}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Bentuk baku dari uji statistik Z_{rs} dapat dihitung dengan persamaan 2.5.

$$Z = \begin{cases} \frac{W-0,5-\mu}{\sigma} & \text{Jika } W > \mu \\ 0 & \text{Jika } W = \mu \\ \frac{W+0,5-\mu}{\sigma} & \text{Jika } W < \mu \end{cases} \dots\dots\dots (2.5)$$

- 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

Nilai Z hasil perhitungan diperkirakan berdistribusi normal dan tingkat signifikansi α , H_0 di tolak jika $|Z_{rs}| > Z_{1-\alpha/2}$, dimana titik $1-\alpha/2$ dapat dilihat di tabel distribusi normal.

2.3.3 Median Crossing Test

Median Crossing Test merupakan uji non parametrik yang digunakan untuk menentukan keacakan data atau data berasal dari proses acak. Pada Uji *Median Crossing* setiap n nilai rentang waktu diganti dengan 0 jika $x_i < x_{median}$ dan diganti dengan 1 jika $x_i > x_{median}$. Jika rentang waktu berasal dari proses acak, maka n

(banyaknya nilai 0 diikuti oleh 1 atau 1 diikuti dengan 0) diperkirakan terdistribusi normal dengan (Chiew dan Siriwardena 2005):

$$\mu = \frac{(n-1)}{2} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\sigma = \frac{(n-1)}{4} \dots\dots\dots (2.7)$$

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

$$Z = \frac{|m-\mu|}{\sigma^{0.5}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan: n = banyaknya tahun data hujan
 m = banyak nilai 0 diikuti dengan 1 dan sebaliknya
 μ = mean
 σ = varian

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

BAB 3. METODOLOGI

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan April 2018 sampai dengan Juni 2018.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. PC atau laptop

PC atau laptop digunakan sebagai media kerja dalam melakukan pengolahan dan pengerjaan skripsi.

2. Microsoft Excel 2010

Microsoft Excel digunakan untuk menginput, mengedit, dan memformat data sebelum diolah.

3. Aplikasi Statistik

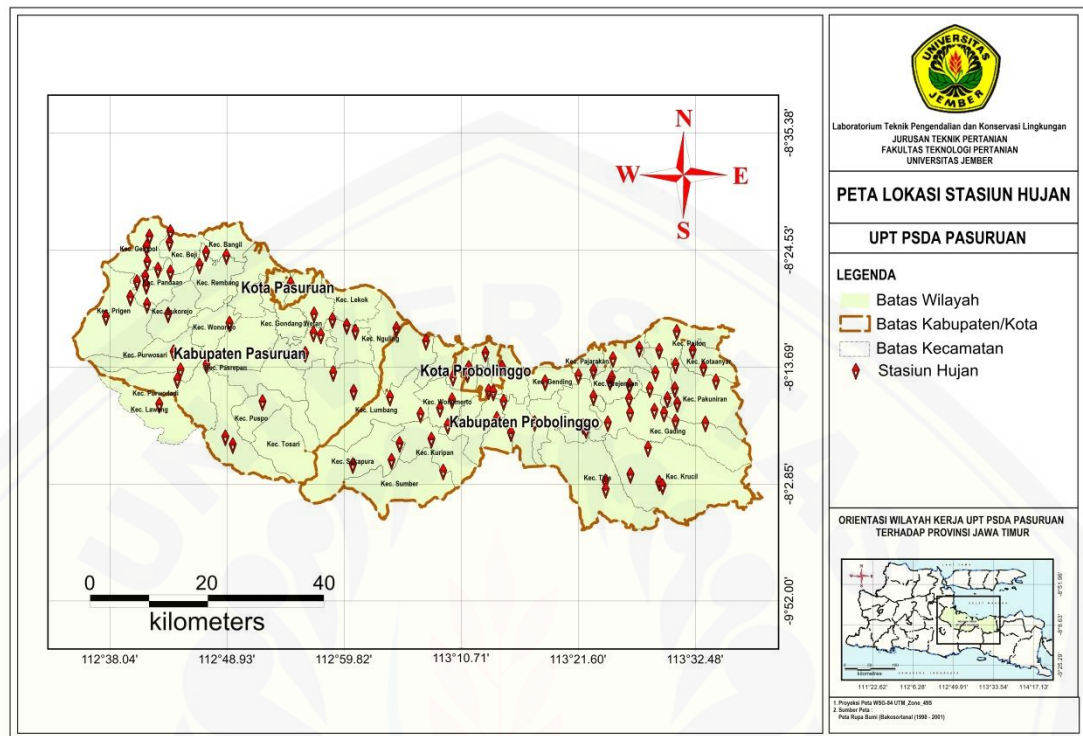
Aplikasi statistik yang digunakan pada penelitian ini adalah *TREND (Trend Detection Software)*.

4. Perangkat lunak *Map Info Professional* Versi 11.0/*ArcGIS 10*

Map Info Professional Versi 11.0/*ArcGIS 10* digunakan untuk pengolahan peta tematik.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan harian di 93 stasiun hujan di wilayah UPT PSDA Pasuruan. Wilayah kerja UPT PSDA di Pasuruan yang meliputi Kota Pasuruan, Kota Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Probolinggo, dan Kecamatan Lawang. Data hujan yang dipergunakan adalah data hujan dari tahun 1980 sampai tahun 2015 untuk wilayah Kabupaten/Kota Pasuruan dan 1986 sampai 2015 untuk wilayah Kabupaten/Kota

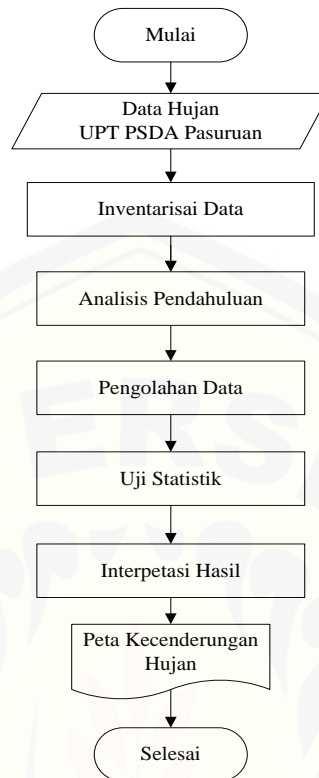
Probolinggo. Data yang dipergunakan memiliki periode pengamatan minimal 20 tahun secara kontinyu. Titik lokasi stasiun hujan disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta lokasi stasiun hujan di Wilayah UPT PSDA di Pasuruan (Sumber: Data Pengolahan, 2018)

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan dari penelitian ini dirangkum dalam diagram alir penelitian yang disajikan dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.3.1 Inventarisasi Data

Inventarisasi data dilakukan untuk pengumpulan data yang akan di gunakan dalam penelitian. Data yang dipergunakan dalam penelitian ini yaitu data curah hujan harian pada 93 stasiun hujan yang berada di wilayah UPT PSDA di Pasuruan, kemudian dipilih data yang memiliki data hujan minimal 20 tahun secara kontinyu. Data yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk tabel excel.

3.3.2 Analisis Pendahuluan

Analisis pendahuluan digunakan untuk mengetahui distribusi curah hujan pada setiap stasiun hujan di wilayah kerja UPT PSDA Pasuruan. Analisis pendahuluan juga dilakukan untuk mencari data curah hujan maksimal 2-harian dan 3-harian, dengan melakukan penyaringan secara manual. Curah hujan maksimal 2-harian dan 3-harian dihitung dari nilai maksimal hasil kumulatif hujan harian yang terjadi berurutan (dua dan 3-harian) pada setiap tahunnya menggunakan *software* Excel

2010. Secara matematis nilai curah hujan maksimal dihitung dengan persamaan sebagai 3.1.

$$R_b = \max_{t=1}^{nt} \left(\sum_{h=1}^{nh} R_{h,i} \right) \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan : R_b = Curah hujan berurutan - b (mm)
 b = Indeks hujan berurutan
 = 2 dan 3 (harian)
 $R_{h,i}$ = Curah hujan harian stasiun ke - i (mm)
 h = Indeks hujan berurutan hari ke - h
 = 1, 2 dan 3.
 i = Indeks nama stasiun hujan
 t = tahun ke 1980, 1981, ..., 2015

3.3.3 Pengolahan Data (Uji Statistik)

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan uji statistik data hujan 2-harian dan 3-harian maksimal menggunakan *software* Excel 2010 dan *TREND*. Sebelum diolah, data hujan 2-harian dan 3-harian maksimal diurutkan pada setiap stasiun hujan berdasarkan tahun pengamatan menggunakan *software* Excel 2010. Setelah itu, di simpan dalam format *.csv (comma delimited)*. Format urutan data curah hujan maksimal yang dilakukan yaitu pada baris pertama tahun pengamatan (dd/mm/yyyy) sedangkan pada baris ke dua nilai curah hujan maksimal berurutan dua/3-harianan. Data hujan maksimal berurutan yang sudah di format *.csv* baru bisa di olah menggunakan *software TREND*.

Uji statistik digunakan adalah uji non-parametrik. Uji statistik tersebut meliputi *Mann-Kendall Test* untuk mengetahui kecenderungan data, *Rank-sum Test* untuk mengetahui perubahan data antar periode pengamatan dan *Median Crossing Test* untuk mengetahui keacakan data.

a. *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): 0,05

Rentang nilai Z dimana 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.

- 3) mencari nilai Z (kriteria uji normal):
- memberikan rangking relatif (R) pada data hujan ekstrim 2-harian dan 3-harian sesuai urutan peningkatan nilai curah hujan 2-harian dan 3-harian.
 - 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 $R_j < R_i$.
 - menghitung nilai statistik S dengan persamaan (2.1)
 - menghitung nilai statistik Z , dengan persamaan (2.2)
- 4) menguji hipotesis (H_0 di terima atau H_0 ditolak)
- 5) menarik kesimpulan

b. 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. Pembagian group periode pengamatan yaitu dengan membagi dua data pengamatan sama banyak. Pembagian group data pengamatan berdasarkan jumlah tahun pengamatan disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pembagian group data pengamatan

No	Tahun	Jumlah	Pembagian	
			Periode Awal	Periode Akhir
1.	1980 – 2015	36 Tahun	1980 - 1997	1998 – 2015
2.	1986 – 2015	30 Tahun	1986 - 2000	2001 – 2015
3.	1987 – 2015	29 Tahun	1987 - 2000	2001 - 2015
4.	1993 – 2015	23 Tahun	1993 - 2003	2004 – 2015
5.	1994 – 2015	22 Tahun	1994 - 2004	2005 - 2015

Langkah yang dilakukan:

- 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): 0,05

Rentang nilai Z dimana 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.

- 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). $N = n + m$, dimana 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 W sebagai jumlah dari rangking n pengamatan di grup terkecil.
 - c) Untuk ukuran sampel, menghitung rerata teoritis dan standar deviasi dari W dalam H_0 untuk keseluruhan sampel dengan persamaan (2.3) dan (2.4).
 - d) Bentuk baku dari uji statistik Z_{rs} dihitung dengan persamaan (2.5).
- 4) menguji hipotesis
- 5) menarik kesimpulan

c. Median Crossing Test

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.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Hasil uji *Mann-Kendall* menunjukkan kecenderungan signifikan hujan ekstrem 2-harian terjadi pada 12 stasiun (11 stasiun naik signifikan; 1 stasiun menurun signifikan), sedangkan pada hujan 3-harian terjadi pada tujuh stasiun hujan (5 stasiun naik signifikan; 2 stasiun menurun signifikan) dari 64 stasiun hujan. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa pada keseluruhan wilayah UPT PSDA di Pasuruan tidak ada kecenderungan hujan yang signifikan selama periode 1980-2015.
2. Hasil uji *Rank-Sum* menunjukkan delapan dari 64 stasiun hujan mengalami perubahan hujan 2-harian signifikan (naik) antar periode. Sedangkan pada hujan 3-harian menunjukkan tujuh stasiun hujan yang mengalami perubahan signifikan antar periode (7 stasiun naik; 1 stasiun turun). Dari hasil uji tersebut mengindikasikan bahwa secara keseluruhan wilayah UPT PSDA Pasuruan tidak mengalami perubahan hujan yang signifikan antar periode.
3. Dari hasil uji *Median Crossing* data tidak independen masing-masing pada hujan 2-harian terdapat empat stasiun dan tiga stasiun pada hujan 3-harian dari total 64 stasiun hujan. Sehingga, sebagian besar data hujan di UPT PSDA Pasuruan acak atau independen.
4. Berdasarkan wilayah administrasinya kecenderungan hujan ekstrem 2-harian dan 3-harian tersebar merata di Kabupaten Pasuruan dan Probolinggo.

5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan terhadap karakteristik curah hujan ekstrem lainnya seperti curah hujan ekstrem tiap musimnya serta pengaruh unsur iklim lainnya seperti suhu dan kecepatan angin terhadap kecenderungan hujan ekstrem.

DAFTAR PUSTAKA

- BMKG. 2016. Buletin Stasiun Klimatologi Kairatu Provinsi Maluku. *Stasiun Klimatologi Kairatau*, 2016.
- Burn, D. H., R. Mansour, K. Zhang, dan P. H. Whitfield. 2011. Trends and Variability in Extreme Rainfall Events in British Columbia. *Canadian Water Resources Journal* 36 (1): 67–82. <https://doi.org/10.4296/cwrj3601067>. [Diakses pada 17 April 2018].
- Chiew, F., and L. Siriwardena. 2005. *Trend User Guide*. Australia: CRC for Catchment Hydrology.
- DetikNews. 2018. 8740 Rumah di 9 Desa/Kelurahan di Pasuruan Terendam Banjir. <https://news.detik.com/berita-jawa-timur/d-3880153/8740-rumah-di-9-desakelurahan-di-pasuruan-terendam-banjir>. [Diakses 20 Juli 2018].
- Hajani, Evan, A. Rahman, dan K. Haddad. 2014. Trend Analysis for Extreme Rainfall Events in New South Wales, Australia. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation* 8 (12): 754–59.
- Hanna, E., J. Mayes, M. Beswick, J. Prior, L. Wood, dan H. Hill. 2008. “An Analysis of the Extreme Rainfall in Yorkshire , June 2007 , and Its Rarity.” *Royal Meteorological Society* 63 (June 2007): 253–60.
- Hasnawir. 2012. Intensitas Curah Hujan Memicu Tanah Longsor Dangkal Di Sulawesi Selatan (Rainfall Intensity Induced Shallow Landslides in South Sulawesi). *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea* 1 (1): 62–73. <http://jurnal.balithutmakassar.org/index.php/wallacea/article/view/8/12>.
- Helsel, D. R., dan Hirsch, R. M. 2002. *Statistical Methods in Water Resources*. Reston: the U.S. Geological Survey.
- Hirsch, R. M., D. R. Helsel, T. A. Cohn, dan E. J. Gilroy. 1993. Stastical Analysis Of Hydrologic Data. In *Hand Book Of Hydrology*.
- Ismaini, Fanida. 2006. Pergeseran Atatistik Curah Hujan Ekstrim Di Daerah Aliran Sungai Brantas Jawa Timur. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- Kementerian PPN/Bappenas. 2014. *Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim (RAN-API)*. Edited by Ernan Rustiandi. *Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/ Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS)*. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/ Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS). http://perpustakaan.bappenas.go.id/lontar/file?file=digital/153661-%5B_Konten_%5D-Konten D492.pdf. [Diakses pada 18 April 2018].

- Kepala Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2010. *Prosedur Standar Operasi Pelaksanaan Peringatan Dini Pelaporan dan Diseminasi Informasi Cuaca Ekstrim*. Kep. 009, issued 2010. Jakarta: Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia.
- Maslakah, F. A.. 2015. Tren Temperature Dan Hujan Ekstrim Di Juanda Surabaya Tahun 1981-2013. *Meteorologi Dan Geofisika* 16: 135–43.
- Mori, K.. 1999. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Edited by Suyono Sosrodarsono and Kensaku Takeda. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Muharsyah, R. 2012. Deteksi Kecenderungan Perubahan Temperatur Menggunakan Metode Regresi Linier Dan Uji Mann-Kendall Di Sejumlah Wilayah Papua. *Megasains* 3 (2): 77–85.
- Nara, O. D. 2017. Analisis Kecenderungan Curah Hujan Terhadap Distribusi Data Ekstrim Pada Daerah Aliran Sungai di Pulau Ambon. *Logic* 17 (1): 1–8.
- Nugroho, S. P. 2002. Evaluasi dan Analisis Curah Hujan Sebagai Faktor Penyebab Bencana Banjir Jakarta. *Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 3 (2): 91–97.
- Othman, M. A., N. A. Zakaria, A. A. Ghani, C. K. Chang, dan N. W. Chan. 2016. Analysis of Trends of Extreme Rainfall Events Using Mann Kendall Test : A Case Study in Pahang and Kelantan River Basins. *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)* 4 (March): 63–69. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.9696>. [Diakses pada 24 April 2018].
- Paimin, I. B. P., Purwanto, dan D. R. Indrawati. 2012. *Sistem Perencanaan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Konservasi Dan Rehabilitasi*. Vol. 53. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi (P3KR). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>. [Diakses pada 18 April 2018].
- Robson, A., A. Bardossy, D. Jones, dan Z. W. Kundzewicz. 2000. *Statistical Methods for Testing for Change*. Edited by Zbigniew W Kundzewicz and Alice Robson. Genewa: World Meteorological Organisation.
- Salas. 1980. “Applied Modeling of Hydrologic Time Series.” *Water Resources Publication*.
- Satyawardhana, Haries, dan Y. Erma. 2016. Interaksi El Nino, Monsun, Dan Topografi Lokal Terhadap Anomali Hujan Di Pulau Jawa. *Pusat Sains Dan Teknologi Atmosfer*, no. January: 60–74.
- Soemarto. 1997. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soro, G. E., D. Noufé, T. A. G. Bi, dan B. Shorohou. 2016. Trend Analysis for Extreme Rainfall at Sub-Daily and Daily Timescales in Côte d’Ivoire.

Climate 4 (3): 37. <https://doi.org/10.3390/cli4030037>. [Diakses pada 17 April 2018]

Subarna, Dadang. 2014. Uji Kecenderungan Unsur-Unsur Iklim Di Cekungan Bandung Dengan Metode Mann-Kendall. *Berita Dirgantara* 15 (1): 1–6.

Tank, A. M. G. K., F. W. Zwiers, dan X. Zhang. 2009. *Guidelines on Analysis of Extremes in a Changing Climate in Support of Informed Decisions for Adaptation*. World Meteorological Organization. Switzerland: World Meteorological Organization. File Attachment.

Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

Turner, M., M. Bari, G. Amirthanathan dan Z. Ahmad. 2012. Australian Network of Hydrologic Reference Stations—Advances in Design, Development and Implementation. *34th Hydrology and Water Resources Symposium* 1555–64.

Wei, W., Z. Shi, Xiaohui 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* 8 (83): 1–18. <https://doi.org/10.3390/atmos8050083>. [Diakses pada 24 April 2018].

World Meteorological Organization. 1988. Analyzing Long Time Series of Hydrological Data with Respect to Climate Variability, no. 224.

LAMPIRAN

Lampiran A. Tabel Ketersediaan Data

No.	Nama Stasiun	Kabupaten/ Kotamadya	Elv. (mdpl)	Koordinat		Data Tersedia		
				mT	mU	Awal	Akhir	Jumlah (tahun)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	Adiboyo	Probolinggo	11	760007,21	9138450,29	1987	2015	29
2	Arah Makam	Probolinggo	190	774657,40	9132015,72	1986	2015	30
3	Asemjajar	Probolinggo	135	781367,20	9139778,10	1986	2015	30
4	Bago	Probolinggo	140	775218,42	9134508,79	1986	2015	30
5	Bantaran	Probolinggo	87	737687,78	9129928,19	1987	2015	29
6	Banyu Anyar	Probolinggo	89	752563,53	9130402,35	1986	2015	30
7	Batur	Probolinggo	328	776600,18	9130656,33	1986	2015	30
8	Bayeman	Probolinggo	8	733977,37	9144286,61	1986	2015	30
9	Bermi	Probolinggo	1060	774400,18	9119625,98	1986	2015	30
10	Besuk	Probolinggo	33	773162,15	9138944,91	1986	2015	30
11	Boto Gerdu	Probolinggo	313	733050,06	9131854,63	1986	2015	30
12	Condong	Probolinggo	130	761348,79	9129202,74	1987	2015	29
13	Dringu	Probolinggo	10	747013,77	9139841,95	1987	2015	29
14	Gending	Probolinggo	10	754322,82	9137366,40	1987	2015	29
15	Glagah	Probolinggo	96	776591,26	9140276,92	1986	2015	30
16	Gunggungan Kidul	Probolinggo	146	776896,30	9133673,30	1986	2015	30
17	Jabung	Probolinggo	6	773819,12	9142769,72	1986	2015	30
18	Jati Ampuh	Probolinggo	25	762609,70	9134812,02	1987	2015	29
19	Jorongan	Probolinggo	38	745486,46	9135627,09	1987	2015	29
20	Jurangjero	Probolinggo	145	765051,38	9130340,10	1986	2015	30
21	Kademangan	Probolinggo	15	741066,09	9138721,37	1987	2015	29
22	Kalidandan	Probolinggo	203	783517,79	9137515,32	1986	2015	30
23	Kandangjati	Probolinggo	8	770419,34	9143078,26	1986	2015	30
24	Katimoho	Probolinggo	15	765737,95	9138094,87	1986	2015	30
25	Kedung Sumur	Probolinggo	263	781713,75	9130320,00	1986	2015	30
26	Kertosuko	Probolinggo	795	768923,44	9121550,76	1986	2015	30
27	Klampok'an	Probolinggo	86	772197,07	9136211,87	1986	2015	30
28	Kotaanyar	Probolinggo	27	779535,30	9142768,05	1986	2015	30
29	Krasak	Probolinggo	70	738441,67	9134293,08	1986	2015	30
30	Krejengan	Probolinggo	12	765430,74	9137439,36	1986	2015	30
31	Krucil	Probolinggo	938	773818,90	9120189,39	1986	2015	30
32	Leces	Probolinggo	50	746100,26	9131122,10	1987	2015	29
33	Lumbang	Probolinggo	370	727844,30	9134753,45	1986	2015	30
34	Malasan	Probolinggo	180	748523,97	9128648,55	1987	2015	29
35	Muneng	Probolinggo	40	738590,54	9138151,09	1986	2015	30
36	Paiton	Probolinggo	6	776810,35	9145978,89	1986	2015	30
37	Pajarakan	Probolinggo	5	762593,08	9139296,61	1987	2015	29
38	Pakis Taji	Probolinggo	37	744686,44	9135814,96	1986	2015	30
39	Pakuniran	Probolinggo	86	776504,19	9136205,26	1986	2015	30
40	Pandanlaras	Probolinggo	650	771911,20	9126076,54	1986	2015	30
41	Patalan	Probolinggo	107	736377,68	9132813,48	1986	2015	30
42	Pekalen	Probolinggo	95	760807,77	9129910,61	1987	2015	29
43	Ronggotali	Probolinggo	265	734920,16	9127571,61	1987	2015	29
44	Sbr. Bendo	Probolinggo	51	768669,17	9134505,13	1986	2015	30
45	Sbr. Bulu	Probolinggo	35	747262,09	9134040,00	1987	2015	29
46	Segaran	Probolinggo	350	763081,77	9120133,54	1987	2015	29

Lanjutan

No.	Nama Stasiun	Kabupaten/ Kotamadya	Elv. (mdpl)	Koordinat		Data Tersedia		
				mT	mU	Awal	Akhir	Jumlah (tahun)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
47	Soka'an	Probolinggo	16	768757,34	9136775,19	1986	2015	30
48	Triwung Kidul	Probolinggo	27	741297,98	9139824,28	1986	2015	30
49	Wangkal	Probolinggo	103	768863,41	9132036,47	1986	2015	30
50	Badong	Pasuruan	10	699885,13	9158901,45	1980	2015	36
51	Bangil	Pasuruan	5	696435,44	9159455,52	1980	2015	36
52	Banyulegi	Pasuruan	15	690184,02	9161181,84	1980	2015	36
53	Bekacak	Pasuruan	130	695301,07	9157323,32	1980	2015	36
54	Gempol	Pasuruan	10	686753,90	9162254,87	1980	2015	36
55	Jawi	Pasuruan	290	683511,22	9151848,10	1980	2015	36
56	Jembrung	Pasuruan	25	686233,70	9160445,31	1980	2015	26
57	Kasri	Pasuruan	198	686224,37	9153824,96	1994	2015	22
58	Kepulauan	Pasuruan	30	686406,92	9157892,03	1980	2015	36
59	Pager	Pasuruan	330	690874,56	9142495,33	1980	2015	36
60	Prigen	Pasuruan	620	679314,72	9148497,68	1993	2015	23
61	Randupitu	Pasuruan	135	688216,99	9156585,38	1980	2015	36
62	Telebuk	Pasuruan	180	689950,85	9148953,73	1980	2015	36
63	Tutur	Pasuruan	990	699728,97	9127963,45	1980	2015	36
64	Wilo	Pasuruan	350	686349,55	9150588,36	1980	2015	36

Lampiran B. Tabel Uji Z Kurva Bawah Baku Normal

α	0	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
0,00		3,090	2,878	2,748	2,652	2,576	2,512	2,457	2,409	2,366
0,01	2,326	2,290	2,257	2,226	2,197	2,170	2,144	2,120	2,097	2,075
0,02	2,054	2,034	2,014	1,995	1,997	1,960	1,943	1,927	1,911	1,896
0,03	1,881	1,866	1,852	1,838	1,825	1,812	1,799	1,787	1,774	1,762
0,04	1,751	1,739	1,728	1,717	1,706	1,695	1,685	1,675	1,665	1,655
0,05	1,645	1,635	1,626	1,616	1,607	1,598	1,589	1,580	1,572	1,563
0,06	1,555	1,546	1,538	1,530	1,522	1,514	1,506	1,499	1,491	1,483
0,07	1,476	1,468	1,461	1,454	1,447	1,440	1,433	1,426	1,419	1,412
0,08	1,405	1,398	1,392	1,385	1,379	1,372	1,366	1,359	1,353	1,347
0,09	1,341	1,335	1,329	1,323	1,317	1,311	1,305	1,299	1,293	1,287
0,10	1,282	1,276	1,270	1,265	1,259	1,254	1,248	1,243	1,237	1,232

Lampiran C. Hasil Uji Statistik**C.1 Hasil Uji *Mann-Kendall* (Hujan 2-harian)**

No.	Nama Stasiun	Nilai Kritis	Nilai Z	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Adiboyo	1,96	-0.600	Tidak Signifikan
2	Arah Makam	1,96	0.856	Tidak Signifikan
3	Asemjajar	1,96	-0.339	Tidak Signifikan
4	Bago	1,96	0.624	Tidak Signifikan
5	Bantaran	1,96	2.551	Signifikan
6	Banyu Anyar	1,96	0.206	Tidak Signifikan
7	Batur	1,96	0.393	Tidak Signifikan
8	Bayeman	1,96	-0.143	Tidak Signifikan
9	Bermi	1,96	-0.803	Tidak Signifikan
10	Besuk	1,96	-0.321	Tidak Signifikan
11	Boto Gerdu	1,96	1.570	Tidak Signifikan
12	Condong	1,96	-1.257	Tidak Signifikan
13	Dringu	1,96	2.045	Signifikan
14	Gending	1,96	0.206	Tidak Signifikan
15	Glagah	1,96	0.393	Tidak Signifikan
16	Gunggung Kidul	1,96	2.266	Signifikan
17	Jabung	1,96	0.178	Tidak Signifikan
18	Jati Ampuh	1,96	1.463	Tidak Signifikan
19	Jorongan	1,96	2.664	Signifikan
20	Jurangjero	1,96	0.446	Tidak Signifikan
21	Kademangan	1,96	0.281	Tidak Signifikan
22	Kalidandan	1,96	-1.445	Tidak Signifikan
23	Kandangjati	1,96	0.553	Tidak Signifikan
24	Katimoho	1,96	-0.446	Tidak Signifikan
25	Kedung Sumur	1,96	1.195	Tidak Signifikan
26	Kertosuko	1,96	1.659	Tidak Signifikan
27	Klampok'an	1,96	0.963	Tidak Signifikan
28	Kotaanyar	1,96	-0.125	Tidak Signifikan
29	Krasak	1,96	-0.963	Tidak Signifikan
30	Krejengan	1,96	-0.214	Tidak Signifikan
31	Krucil	1,96	0.874	Tidak Signifikan
32	Leces	1,96	1.444	Tidak Signifikan
33	Lumbang	1,96	0.357	Tidak Signifikan
34	Malasan	1,96	2.138	Signifikan
35	Muneng	1,96	-0.071	Tidak Signifikan
36	Paiton	1,96	-0.410	Tidak Signifikan
37	Pajarakan	1,96	0.900	Tidak Signifikan
38	Pakis Taji	1,96	1.231	Tidak Signifikan
39	Pakuniran	1,96	0.446	Tidak Signifikan
40	Pandanlaras	1,96	2.034	Signifikan
41	Patalan	1,96	0	Tidak Ada Trend

Lanjutan (Lampiran C.1 Uji *Mann-Kendall* (Hujan 2-harian))

No,	Nama Stasiun	Nilai Kritis	Nilai Z	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
42	Pekalen	1,96	1.182	Tidak Signifikan
43	Ronggotali	1,96	0.919	Tidak Signifikan
44	Sbr, Bendo	1,96	0.839	Tidak Signifikan
45	Sbr, Bulu	1,96	2.889	Signifikan
46	Segaran	1,96	-1.276	Tidak Signifikan
47	Soka'an	1,96	-0.731	Tidak Signifikan
48	Triwung Kidul	1,96	-0.571	Tidak Signifikan
49	Wangkal	1,96	-2.248	Signifikan
50	Badong	1,96	0.681	Tidak Signifikan
51	Bangil	1,96	1.784	Tidak Signifikan
52	Banyulegi	1,96	0.919	Tidak Signifikan
53	Bekacak	1,96	2.111	Signifikan
54	Gempol	1,96	-0.667	Tidak Signifikan
55	Jawi	1,96	3.215	Signifikan
56	Jembrung	1,96	-1.028	Tidak Signifikan
57	Kasri	1,96	-1.213	Tidak Signifikan
58	Kepulungan	1,96	-1.417	Tidak Signifikan
59	Pager	1,96	-1.049	Tidak Signifikan
60	Prigen	1,96	2.245	Signifikan
61	Randupitu	1,96	-0.681	Tidak Signifikan
62	Telebuk	1,96	-0.463	Tidak Signifikan
63	Tutur	1,96	0.054	Tidak Signifikan
64	Wilu	1,96	2.220	Signifikan

Hasil Uji *Mann-Kendall* (Hujan 3-harian)

No,	Nama Stasiun	Nilai Kritis	Nilai $ Z $	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Adiboyo	1,96	1.294	Tidak Signifikan
2	Arah Makam	1,96	0.482	Tidak Signifikan
3	Asemjajar	1,96	0.214	Tidak Signifikan
4	Bago	1,96	1.053	Tidak Signifikan
5	Bantaran	1,96	2.248	Signifikan
6	Banyu Anyar	1,96	-1.763	Tidak Signifikan
7	Batur	1,96	0.357	Tidak Signifikan
8	Bayeman	1,96	2.070	Signifikan
9	Bermi	1,96	0.731	Tidak Signifikan
10	Besuk	1,96	0.874	Tidak Signifikan
11	Boto Gerdu	1,96	-1.499	Tidak Signifikan
12	Condong	1,96	0.056	Tidak Signifikan
13	Dringu	1,96	-0.319	Tidak Signifikan
14	Gending	1,96	1.763	Tidak Signifikan
15	Glagah	1,96	-0.375	Tidak Signifikan
16	Gunggung Kidul	1,96	1.160	Tidak Signifikan
17	Jabung	1,96	-0.357	Tidak Signifikan
18	Jati Ampuh	1,96	-0.244	Tidak Signifikan
19	Jorongan	1,96	1.501	Tidak Signifikan
20	Jurangjero	1,96	-0.125	Tidak Signifikan
21	Kademangan	1,96	-0.113	Tidak Signifikan
22	Kalidandan	1,96	-1.427	Tidak Signifikan
23	Kandangjati	1,96	1.088	Tidak Signifikan
24	Katimoho	1,96	0.375	Tidak Signifikan
25	Kedung Sumur	1,96	-0.607	Tidak Signifikan
26	Kertosuko	1,96	1.267	Tidak Signifikan
27	Klampok'an	1,96	-0.036	Tidak Signifikan
28	Kotaanyar	1,96	0.946	Tidak Signifikan
29	Krasak	1,96	-0.054	Tidak Signifikan
30	Krejengan	1,96	0	Tidak Ada Trend
31	Krucil	1,96	1.570	Tidak Signifikan
32	Leces	1,96	0.807	Tidak Signifikan
33	Lumbang	1,96	0.714	Tidak Signifikan
34	Malasan	1,96	0.863	Tidak Signifikan
35	Muneng	1,96	0.874	Tidak Signifikan
36	Paiton	1,96	-0.018	Tidak Signifikan
37	Pajarakan	1,96	-0.900	Tidak Signifikan
38	Pakis Taji	1,96	1.624	Tidak Signifikan
39	Pakuniran	1,96	-0.250	Tidak Signifikan
40	Pandanlaras	1,96	0.161	Tidak Signifikan
41	Patalan	1,96	1.409	Tidak Signifikan

Lanjutan (Lampiran C.1 Uji *Mann-Kendall* (Hujan 3-harian))

No,	Nama Stasiun	Nilai Kritis	Nilai Z	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
42	Pekalen	1,96	-0.844	Tidak Signifikan
43	Ronggotali	1,96	1.932	Tidak Signifikan
44	Sbr, Bendo	1,96	-0.393	Tidak Signifikan
45	Sbr, Bulu	1,96	0.431	Tidak Signifikan
46	Segaran	1,96	-1.388	Tidak Signifikan
47	Soka'an	1,96	1.195	Tidak Signifikan
48	Triwung Kidul	1,96	-2.337	Signifikan
49	Wangkal	1,96	-0.446	Tidak Signifikan
50	Badong	1,96	-0.191	Tidak Signifikan
51	Bangil	1,96	1.471	Tidak Signifikan
52	Banyulegi	1,96	2.098	Signifikan
53	Bekacak	1,96	1.730	Tidak Signifikan
54	Gempol	1,96	0.068	Tidak Signifikan
55	Jawi	1,96	2.111	Signifikan
56	Jembrung	1,96	1.158	Tidak Signifikan
57	Kasri	1,96	0.536	Tidak Signifikan
58	Kepulungan	1,96	1.648	Tidak Signifikan
59	Pager	1,96	-2.629	Signifikan
60	Prigen	1,96	2.271	Signifikan
61	Randupitu	1,96	-0.054	Tidak Signifikan
62	Telebuk	1,96	0.341	Tidak Signifikan
63	Tutur	1,96	-1.049	Tidak Signifikan
64	Wilu	1,96	-0.463	Tidak Signifikan

C,2 Hasil Uji *Rank-Sum* (Hujan 2-harian)

No, (1)	Nama Stasiun (2)	Nilai Kritis (3)	Nilai $ Z $ (4)	Hasil (5)
1	Adiboyo	1,96	0.676	Tidak Signifikan
2	Arah Makam	1,96	-0.830	Tidak Signifikan
3	Asemjajar	1,96	1.493	Tidak Signifikan
4	Bago	1,96	-1.908	Tidak Signifikan
5	Bantaran	1,96	-1.244	Tidak Signifikan
6	Banyu Anyar	1,96	0.153	Tidak Signifikan
7	Batur	1,96	-0.539	Tidak Signifikan
8	Bayeman	1,96	0.415	Tidak Signifikan
9	Bermi	1,96	0.871	Tidak Signifikan
10	Besuk	1,96	0.041	Tidak Signifikan
11	Boto Gerdu	1,96	-1.784	Tidak Signifikan
12	Condong	1,96	1.244	Tidak Signifikan
13	Dringu	1,96	-1.549	Tidak Signifikan
14	Gending	1,96	-0.022	Tidak Signifikan
15	Glagah	1,96	0.498	Tidak Signifikan
16	Gunggung Kidul	1,96	-1.949	Tidak Signifikan
17	Jabung	1,96	-0.083	Tidak Signifikan
18	Jati Ampuh	1,96	-0.807	Tidak Signifikan
19	Jorongan	1,96	-2.117	Signifikan
20	Jurangjero	1,96	-1.327	Tidak Signifikan
21	Kademangan	1,96	0.153	Tidak Signifikan
22	Kalidandan	1,96	1.203	Tidak Signifikan
23	Kandangjati	1,96	-1.120	Tidak Signifikan
24	Katimoho	1,96	1.120	Tidak Signifikan
25	Kedung Sumur	1,96	-0.995	Tidak Signifikan
26	Kertosuko	1,96	-1.908	Tidak Signifikan
27	Klampok'an	1,96	-1.535	Tidak Signifikan
28	Kotaanyar	1,96	0.083	Tidak Signifikan
29	Krasak	1,96	0.373	Tidak Signifikan
30	Krejengan	1,96	0.581	Tidak Signifikan
31	Krucil	1,96	-1.369	Tidak Signifikan
32	Leces	1,96	-1.811	Tidak Signifikan
33	Lumbang	1,96	0.622	Tidak Signifikan
34	Malasan	1,96	-2.466	Signifikan
35	Muneng	1,96	-0.124	Tidak Signifikan
36	Paiton	1,96	1.576	Tidak Signifikan
37	Pajarakan	1,96	-1.506	Tidak Signifikan
38	Pakis Taji	1,96	-2.157	Signifikan
39	Pakuniran	1,96	-0.622	Tidak Signifikan
40	Pandanlaras	1,96	-1.867	Tidak Signifikan
41	Patalan	1,96	0.207	Tidak Signifikan

Lanjutan (Lampiran C.2 Hasil Uji *Rank-Sum* (Hujan 2-harian))

No,	Nama Stasiun	Nilai Kritis	Nilai Z	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
42	Pekalen	1,96	-0.720	Tidak Signifikan
43	Ronggotali	1,96	-1.157	Tidak Signifikan
44	Sbr, Bendo	1,96	-0.664	Tidak Signifikan
45	Sbr, Bulu	1,96	-1.637	Tidak Signifikan
46	Segaran	1,96	0.327	Tidak Signifikan
47	Soka'an	1,96	0.871	Tidak Signifikan
48	Triwung Kidul	1,96	0.539	Tidak Signifikan
49	Wangkal	1,96	1.078	Tidak Signifikan
50	Badong	1,96	-1.313	Tidak Signifikan
51	Bangil	1,96	-2.167	Signifikan
52	Banyulegi	1,96	-1.503	Tidak Signifikan
53	Bekacak	1,96	-1.977	Signifikan
54	Gempol	1,96	-0.364	Tidak Signifikan
55	Jawi	1,96	-3.591	Signifikan
56	Jembrung	1,96	-0.952	Tidak Signifikan
57	Kasri	1,96	0.722	Tidak Signifikan
58	Kepulungan	1,96	0.712	Tidak Signifikan
59	Pager	1,96	0.965	Tidak Signifikan
60	Prigen	1,96	-2.739	Signifikan
61	Randupitu	1,96	0.016	Tidak Signifikan
62	Telebuk	1,96	0.237	Tidak Signifikan
63	Tutur	1,96	0.522	Tidak Signifikan
64	Wilu	1,96	-2.515	Signifikan

Hasil Uji *Rank-Sum* (Hujan 3-harian)

No, (1)	Nama Stasiun (2)	Nilai Kritis (3)	Nilai $ Z $ (4)	Hasil (5)
1	Adiboyo	1,96	-1.157	Tidak Signifikan
2	Arah Makam	1,96	-0.290	Tidak Signifikan
3	Asemjajar	1,96	0.207	Tidak Signifikan
4	Bago	1,96	-1.244	Tidak Signifikan
5	Bantaran	1,96	-2.281	Signifikan
6	Banyu Anyar	1,96	-2.073	Signifikan
7	Batur	1,96	-0.664	Tidak Signifikan
8	Bayeman	1,96	-2.323	Signifikan
9	Bermi	1,96	-0.995	Tidak Signifikan
10	Besuk	1,96	-0.456	Tidak Signifikan
11	Boto Gerdu	1,96	1.535	Tidak Signifikan
12	Condong	1,96	-0.284	Tidak Signifikan
13	Dringu	1,96	-0.240	Tidak Signifikan
14	Gending	1,96	-1.462	Tidak Signifikan
15	Glagah	1,96	0.954	Tidak Signifikan
16	Gunggungan Kidul	1,96	-1.701	Tidak Signifikan
17	Jabung	1,96	0.166	Tidak Signifikan
18	Jati Ampuh	1,96	-0.022	Tidak Signifikan
19	Jorongan	1,96	-1.287	Tidak Signifikan
20	Jurangjero	1,96	0.373	Tidak Signifikan
21	Kademangan	1,96	-1.244	Tidak Signifikan
22	Kalidandan	1,96	0.954	Tidak Signifikan
23	Kandangjati	1,96	-0.913	Tidak Signifikan
24	Katimoho	1,96	-0.207	Tidak Signifikan
25	Kedung Sumur	1,96	0.539	Tidak Signifikan
26	Kertosuko	1,96	-0.124	Tidak Signifikan
27	Klampok'an	1,96	-1.244	Tidak Signifikan
28	Kotaanyar	1,96	-1.493	Tidak Signifikan
29	Krasak	1,96	0.664	Tidak Signifikan
30	Krejengan	1,96	0.249	Tidak Signifikan
31	Krucil	1,96	-1.037	Tidak Signifikan
32	Leces	1,96	-1.680	Tidak Signifikan
33	Lumbang	1,96	-1.120	Tidak Signifikan
34	Malasan	1,96	-0.633	Tidak Signifikan
35	Muneng	1,96	-0.664	Tidak Signifikan
36	Paiton	1,96	-0.041	Tidak Signifikan
37	Pajarakan	1,96	1.287	Tidak Signifikan
38	Pakis Taji	1,96	-1.742	Tidak Signifikan
39	Pakuniran	1,96	0.041	Tidak Signifikan
40	Pandanlaras	1,96	0.664	Tidak Signifikan
41	Patalan	1,96	-0.913	Tidak Signifikan

Lanjutan (Lampiran C.2 Hasil Uji *Rank-Sum* (Hujan 3-harian))

No, (1)	Nama Stasiun (2)	Nilai Kritis (3)	Nilai $ Z $ (4)	Hasil (5)
42	Pekalen	1,96	1.026	Tidak Signifikan
43	Ronggotali	1,96	-2.160	Signifikan
44	Sbr, Bendo	1,96	-1.037	Tidak Signifikan
45	Sbr, Bulu	1,96	1.113	Tidak Signifikan
46	Segaran	1,96	-1.768	Tidak Signifikan
47	Soka'an	1,96	-0.995	Tidak Signifikan
48	Triwung Kidul	1,96	1.701	Tidak Signifikan
49	Wangkal	1,96	-0.249	Tidak Signifikan
50	Badong	1,96	-0.807	Tidak Signifikan
51	Bangil	1,96	-1.440	Tidak Signifikan
52	Banyulegi	1,96	-2.104	Signifikan
53	Bekacak	1,96	-2.673	Signifikan
54	Gempol	1,96	-0.712	Tidak Signifikan
55	Jawi	1,96	-2.420	Signifikan
56	Jembrung	1,96	1.313	Tidak Signifikan
57	Kasri	1,96	-0.722	Tidak Signifikan
58	Kepulungan	1,96	-1.534	Tidak Signifikan
59	Pager	1,96	2.705	Signifikan
60	Prigen	1,96	-1.569	Tidak Signifikan
61	Randupitu	1,96	-0.047	Tidak Signifikan
62	Telebuk	1,96	-0.490	Tidak Signifikan
63	Tutur	1,96	0.269	Tidak Signifikan
64	Wilu	1,96	0.332	Tidak Signifikan

C,3 Hasil Uji *Median Crossing* (Hujan 2-harian)

No,	Nama Stasiun	Nilai Kritis	Nilai $ Z $	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Adiboyo	1,96	3.402	Signifikan
2	Arah Makam	1,96	1.300	Tidak Signifikan
3	Asemjajar	1,96	0.557	Tidak Signifikan
4	Bago	1,96	2.043	Signifikan
5	Bantaran	1,96	1.300	Tidak Signifikan
6	Banyu Anyar	1,96	1.134	Tidak Signifikan
7	Batur	1,96	1.300	Tidak Signifikan
8	Bayeman	1,96	0.557	Tidak Signifikan
9	Bermi	1,96	1.300	Tidak Signifikan
10	Besuk	1,96	1.671	Tidak Signifikan
11	Boto Gerdu	1,96	1.671	Tidak Signifikan
12	Condong	1,96	1.134	Tidak Signifikan
13	Dringu	1,96	1.134	Tidak Signifikan
14	Gending	1,96	0.378	Tidak Signifikan
15	Glagah	1,96	1.300	Tidak Signifikan
16	Gunggung Kidul	1,96	0.928	Tidak Signifikan
17	Jabung	1,96	0.557	Tidak Signifikan
18	Jati Ampuh	1,96	0.378	Tidak Signifikan
19	Jorongan	1,96	1.512	Tidak Signifikan
20	Jurangjero	1,96	1.300	Tidak Signifikan
21	Kademangan	1,96	0.378	Tidak Signifikan
22	Kalidandan	1,96	0.928	Tidak Signifikan
23	Kandangjati	1,96	0.928	Tidak Signifikan
24	Katimoho	1,96	1.300	Tidak Signifikan
25	Kedung Sumur	1,96	0.557	Tidak Signifikan
26	Kertosuko	1,96	0.186	Tidak Signifikan
27	Klampok'an	1,96	0.186	Tidak Signifikan
28	Kotaanyar	1,96	0.557	Tidak Signifikan
29	Krasak	1,96	0.928	Tidak Signifikan
30	Krejengan	1,96	0.186	Tidak Signifikan
31	Krucil	1,96	0.557	Tidak Signifikan
32	Leces	1,96	0	Data Acak
33	Lumbang	1,96	0.928	Tidak Signifikan
34	Malasan	1,96	0	Data Acak
35	Muneng	1,96	2.414	Signifikan
36	Paiton	1,96	0.186	Tidak Signifikan
37	Pajarakan	1,96	0.378	Tidak Signifikan
38	Pakis Taji	1,96	0.186	Tidak Signifikan
39	Pakuniran	1,96	1.671	Tidak Signifikan
40	Pandanlaras	1,96	0.928	Tidak Signifikan
41	Patalan	1,96	0.186	Tidak Signifikan

Lanjutan (Lampiran C,3 Hasil Uji *Median Crossing* (Hujan 2-harian))

No,	Nama Stasiun	Nilai Kritis	Nilai Z	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
42	Pekalen	1,96	0.756	Tidak Signifikan
43	Ronggotali	1,96	1.134	Tidak Signifikan
44	Sbr, Bendo	1,96	0.186	Tidak Signifikan
45	Sbr, Bulu	1,96	1.134	Tidak Signifikan
46	Segaran	1,96	1.890	Tidak Signifikan
47	Soka'an	1,96	0.928	Tidak Signifikan
48	Triwung Kidul	1,96	0.557	Tidak Signifikan
49	Wangkal	1,96	0.557	Tidak Signifikan
50	Badong	1,96	0.507	Tidak Signifikan
51	Bangil	1,96	2.535	Signifikan
52	Banyulegi	1,96	0.507	Tidak Signifikan
53	Bekacak	1,96	0.845	Tidak Signifikan
54	Gempol	1,96	0.845	Tidak Signifikan
55	Jawi	1,96	0.507	Tidak Signifikan
56	Jembrung	1,96	0.408	Tidak Signifikan
57	Kasri	1,96	0.218	Tidak Signifikan
58	Kepulungan	1,96	1.183	Tidak Signifikan
59	Pager	1,96	1.183	Tidak Signifikan
60	Prigen	1,96	0.426	Tidak Signifikan
61	Randupitu	1,96	0.845	Tidak Signifikan
62	Telebuk	1,96	0.507	Tidak Signifikan
63	Tutur	1,96	1.183	Tidak Signifikan
64	Wilu	1,96	0.507	Tidak Signifikan

Hasil Uji *Median Crossing* (Hujan 3-harian)

No,	Nama Stasiun	Nilai Kritis	Nilai $ Z $	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Adiboyo	1,96	0.378	Tidak Signifikan
2	Arah Makam	1,96	0.557	Tidak Signifikan
3	Asemjajar	1,96	0.557	Tidak Signifikan
4	Bago	1,96	1.300	Tidak Signifikan
5	Bantaran	1,96	0.557	Tidak Signifikan
6	Banyu Anyar	1,96	0.756	Tidak Signifikan
7	Batur	1,96	0.186	Tidak Signifikan
8	Bayeman	1,96	1.300	Tidak Signifikan
9	Bermi	1,96	0.557	Tidak Signifikan
10	Besuk	1,96	0.186	Tidak Signifikan
11	Boto Gerdu	1,96	2.414	Signifikan
12	Condong	1,96	0.756	Tidak Signifikan
13	Dringu	1,96	0.756	Tidak Signifikan
14	Gending	1,96	0.378	Tidak Signifikan
15	Glagah	1,96	1.671	Tidak Signifikan
16	Gunggung Kidul	1,96	0.557	Tidak Signifikan
17	Jabung	1,96	0.557	Tidak Signifikan
18	Jati Ampuh	1,96	1	Tidak Signifikan
19	Jorongan	1,96	1.134	Tidak Signifikan
20	Jurangjero	1,96	0.186	Tidak Signifikan
21	Kademangan	1,96	0	Data Acak
22	Kalidandan	1,96	0.186	Tidak Signifikan
23	Kandangjati	1,96	0.186	Tidak Signifikan
24	Katimoho	1,96	2.414	Signifikan
25	Kedung Sumur	1,96	0.186	Tidak Signifikan
26	Kertosuko	1,96	0.928	Tidak Signifikan
27	Klampok'an	1,96	1.300	Tidak Signifikan
28	Kotaanyar	1,96	0.557	Tidak Signifikan
29	Krasak	1,96	0.928	Tidak Signifikan
30	Krejengan	1,96	0.186	Tidak Signifikan
31	Krucil	1,96	0.186	Tidak Signifikan
32	Leces	1,96	0.378	Tidak Signifikan
33	Lumbang	1,96	1.671	Tidak Signifikan
34	Malasan	1,96	0.378	Tidak Signifikan
35	Muneng	1,96	1.300	Tidak Signifikan
36	Paiton	1,96	0.557	Tidak Signifikan
37	Pajarakan	1,96	1.134	Tidak Signifikan
38	Pakis Taji	1,96	0.186	Tidak Signifikan
39	Pakuniran	1,96	0.557	Tidak Signifikan
40	Pandanlaras	1,96	1.300	Tidak Signifikan
41	Patalan	1,96	0.928	Tidak Signifikan

Lanjutan (Lampiran Hasil Uji *Median Crossing* (Hujan 3-harian))

No,	Nama Stasiun	Nilai Kritis	Nilai Z	Hasil
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
42	Pekalen	1,96	1.512	Tidak Signifikan
43	Ronggotali	1,96	1.134	Tidak Signifikan
44	Sbr, Bendo	1,96	0.557	Tidak Signifikan
45	Sbr, Bulu	1,96	0.011	Tidak Signifikan
46	Segaran	1,96	1.512	Tidak Signifikan
47	Soka'an	1,96	0.186	Tidak Signifikan
48	Triwung Kidul	1,96	0.186	Tidak Signifikan
49	Wangkal	1,96	0.186	Tidak Signifikan
50	Badong	1,96	0.854	Tidak Signifikan
51	Bangil	1,96	2.197	Signifikan
52	Banyulegi	1,96	0.845	Tidak Signifikan
53	Bekacak	1,96	1.859	Tidak Signifikan
54	Gempol	1,96	0.845	Tidak Signifikan
55	Jawi	1,96	0.169	Tidak Signifikan
56	Jembrung	1,96	0.507	Tidak Signifikan
57	Kasri	1,96	0.655	Tidak Signifikan
58	Kepulungan	1,96	0.507	Tidak Signifikan
59	Pager	1,96	1.521	Tidak Signifikan
60	Prigen	1,96	0.853	Tidak Signifikan
61	Randupitu	1,96	0.845	Tidak Signifikan
62	Telebuk	1,96	1.183	Tidak Signifikan
63	Tutur	1,96	0.845	Tidak Signifikan
64	Wilu	1,96	1.183	Tidak Signifikan

Lanjutan

Tahun	Hujan 2 Hari	Notasi	Persamaan	Rangking	y_i	$(y_i - \bar{y})^2$	P	M	Tabel Cek	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(8)	(9)	(10)	(11)	
Nilai Statistik		S	P-M					132		
Var(S)			$\frac{n(n-1)(2n+5)}{18}$					5390		
Nilai Uji Mann-Kendall	Z		$\frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}}$ $S > 0$						1.784	
			$\frac{0}{\sqrt{Var(S)}}$ $S = 0$							
			$\frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}}$ $S < 0$							
Z obs									1.784	
$Z_{\alpha/2}$ Kritis										
						α	0.1			1.645
							0.05			1.960
							0.01			2.576

Ho : Hujan Ekstrim Dua Hari tidak Terdapat Kecenderungan

H1 : Hujan Ekstrim Dua Hari Terdapat Kecenderungan

Diketahui :

- N = 36
- P = 379
- M = 247

Ditanya : Z ... ?

Jawab :

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

$$Z = \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}}$$

$$= \frac{132-1}{\sqrt{5390}}$$

$$= \frac{131}{73,42}$$

$$= 1,784$$

$$S = P - M$$

$$= 379 - 247$$

$$= 196$$

$$Var(S) = \frac{N(N-1)(2N+5)}{18}$$

$$= \frac{36(36-1)(2(36)+5)}{18}$$

$$= \frac{36(35)(77)}{18}$$

$$= \frac{97020}{18}$$

$$= 5390$$

D.2 Perhitungan *rank sum test* stasiun hujan Bangil

Tahun	Hujan 2 Hari (y_i)	Notasi	Persamaan	Rangking		Periode
				n	m	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1980	86			10		Awal
1981	56			19		
1982	159			3		
1983	75			33		
1984	61			13		
1985	69			9		
1986	78			11		
1987	58			15		
1988	79			6		
1989	42			16		
1990	60			1		
1991	56			8		
1992	59			4		
1993	145			7		
1994	137			32		
1995	117			30		
1996	108			26		
1997	112			22		
1998	108				24	Akhir
1999	106				23	
2000	106				20	
2001	56				21	
2002	171				5	
2003	136				36	
2004	131				29	
2005	144				28	
2006	160				31	
2007	164				34	
2008	53				35	
2009	71				2	
2010	85				12	
2011	82				18	
2012	113				17	
2013	123				25	
2014	77				27	
2015	0				14	
Count (...) Jumlah	36	N		18	18	
Sum (...) Jumlah	3443	Σ	$\sum_{i=1}^i m_i / \sum_{i=1}^i n_i$	265	401	
Stdev (...) Std. Deviasi	40.36	s	$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^i (y_i - y)^2}{(n - 1)}}$			40.36
Mean		μ	$\frac{n(N+1)}{2}$	333	333	333

Lanjutan

Tahun	Hujan 2 Hari (y_i)	Notasi	Persamaan	Rangking		Periode
				n	m	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Varian		σ	$\sqrt{\frac{nm(N+1)}{12}}$	31.61	31.61	
Jumlah Rangking Group Terkecil		W		265		
Z	Jumlah rangking dalam data ke n		$\begin{cases} \frac{W - 0,5 - \mu}{\sigma} & \text{Jika } W > \mu \\ 0 & \text{Jika } W = \mu \\ \frac{W + 0,5 - \mu}{\sigma} & \text{Jika } W < \mu \end{cases}$			-2.16724409
Z obs						-2.167
$Z_{\alpha/2}$ Kritis					0.1	1,645
			α		0.05	1,960
					0.01	2,576

Ho : Tidak terdapat perbedaan median/mean di antara dua periode data

H1 : Terdapat perbedaan median/mean di antara dua periode data

Diketahui :

- N = 36
- m = 18
- n = 18
- W = 265

Ditanya : Z ... ?

Jawab :

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

$$Z = \frac{W + 0,5 - \mu}{\sigma}$$

$$= \frac{265 - 0,5 - 333}{31,61}$$

$$= \frac{-68,5}{31,61}$$

$$= -2,167$$

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

$$= \frac{18(36+1)}{2}$$

$$= \frac{666}{2} = 333$$

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

$$= \sqrt{\frac{(18)(18)(36+1)}{12}}$$

$$= \sqrt{\frac{11988}{12}}$$

$$= \sqrt{999}$$

$$= 31,61$$

D.3 Perhitungan *median crossing test* stasiun hujan Bangil

Tahun	Hujan 2 Hari	Notasi	Persamaan	Nilai Baru	Urutan Sesuai Rangkaing	
					x_i	y_i
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1980	69			0	1990	42
1981	86			1	2009	53
1982	56			0	1982	56
1983	159			1	1992	56
1984	75			0	2002	56
1985	61			0	1988	58
1986	69			0	1993	59
1987	78			0	1991	60
1988	58			0	1985	61
1989	79			0	1980	69
1990	42			0	1986	69
1991	60			0	2010	71
1992	56			0	1984	75
1993	59			0	2015	77
1994	145			1	1987	78
1995	137			1	1989	79
1996	117			1	2012	82
1997	108			1	2011	85
1998	112			1	1981	86
1999	108			1	2000	106
2000	106			1	2001	106
2001	106			1	1997	108
2002	56			0	1999	108
2003	171			1	1998	112
2004	136			1	2013	113
2005	131			1	1996	117
2006	144			1	2014	123
2007	160			1	2005	131
2008	164			1	2004	136
2009	53			0	1995	137
2010	71			0	2006	144
2011	85			0	1994	145
2012	82			0	1983	159
2013	113			1	2007	160
2014	123			1	2008	164
2015	77			0	2003	171
Count (...)	36	N				36
Jumlah						
Sum (...)		Σ		$\sum_{i=1}^t y_i$		3512
Jumlah						
Median (...)						85.5
Median						

Lanjutan

Tahun	Hujan 2 Hari	Notasi	Persamaan	Nilai Baru	Urutan Sesuai Rangkaing	
					x_i	y_i
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Stdev (...)	37.21	s	$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^i (y_i - y)^2}{(n-1)}}$			37.21
Std. Deviasi						
Mean		μ	$\frac{(n-1)}{2}$			17.5
Varian		σ	$\frac{(n-1)}{4}$			8.75
m	Nilai 0 diikuti oleh 1 atau 1 diikuti dengan 0					10
Z			$\frac{ m-\mu }{\sigma^{0.5}}$			2.535
Z obs						2.535
$Z_{\alpha/2}$ Kritis					0.1	1,645
			α		0.05	1,960
					0.01	2,576

Ho : data dari proses acak

H1 : data tidak dari proses acak

Diketahui :

$$N = 36$$

$$m = 10$$

Ditanya : Z ...?

Jawab :

$$\begin{aligned} Z &= \frac{|m-\mu|}{\sigma^{0,5}} \\ &= \frac{|10-17,5|}{8,75^{0,5}} \\ &= \frac{|-7,5|}{2,96} \\ &= \mathbf{2,535} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{(N-1)}{2} \\ &= \frac{(36-1)}{2} \\ &= \frac{35}{2} = 17,5 \\ \sigma &= \frac{(N-1)}{4} \\ &= \frac{(36-1)}{4} \\ &= \frac{35}{4} = 8,75 \end{aligned}$$

