



**ANALISIS KECENDERUNGAN HUJAN DI WILAYAH UPT  
PSDA DI SURABAYA: APLIKASI METODE *MANN-KENDALL  
TEST, RANK-SUM TEST, DAN MEDIAN CROSSING TEST***

**SKRIPSI**

Oleh

**Ilham Bagus Rizki  
NIM 131710201062**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**



**ANALISIS KECENDERUNGAN HUJAN DI WILAYAH UPT  
PSDA DI SURABAYA: 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

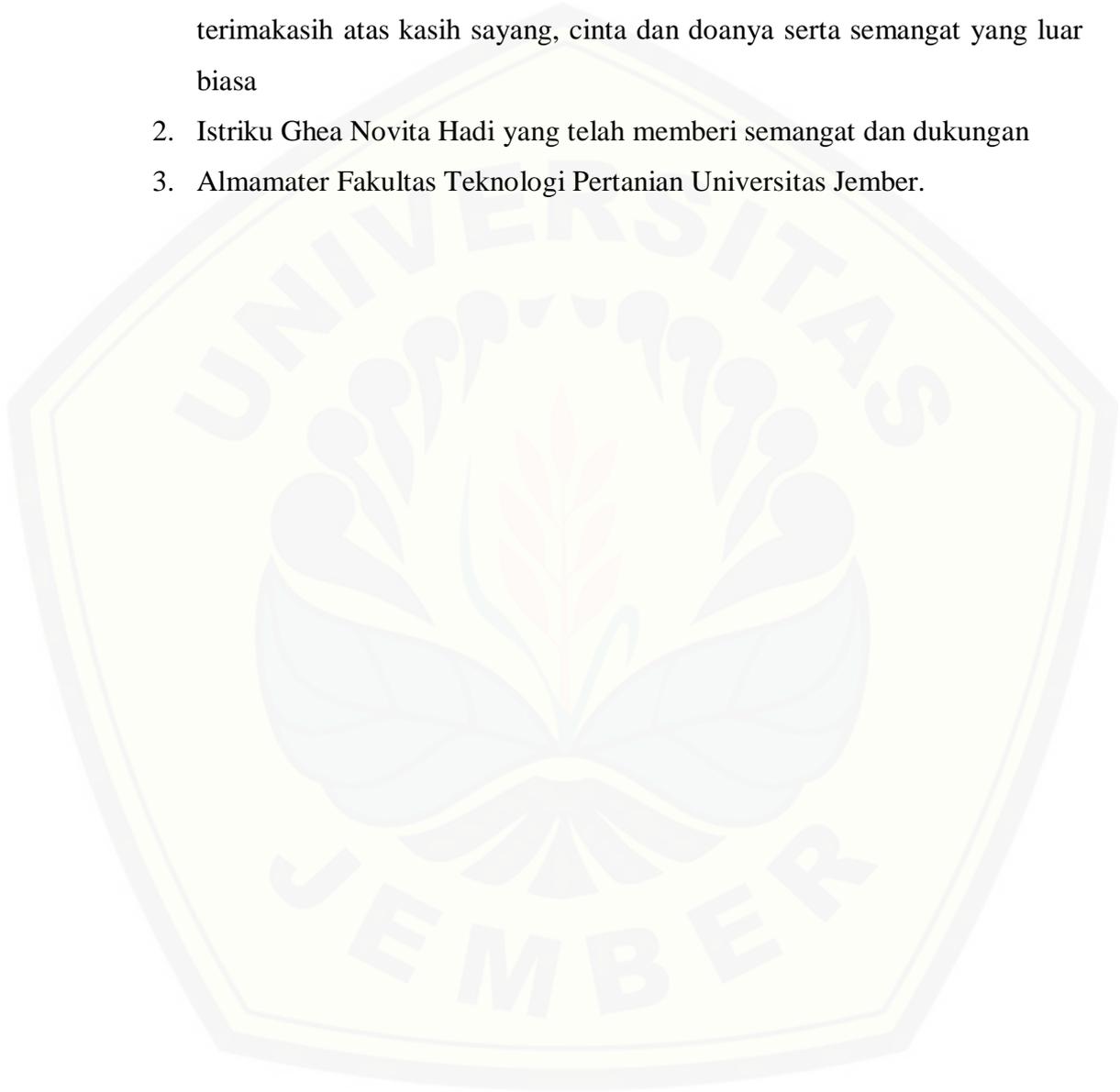
**Ilham Bagus Rizki  
NIM 131710201062**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2020**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tuaku tercinta, Ibu Uminazilah dan Bapak Mohamad Sukur, terimakasih atas kasih sayang, cinta dan doanya serta semangat yang luar biasa
2. Istriku Ghea Novita Hadi yang telah memberi semangat dan dukungan
3. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.



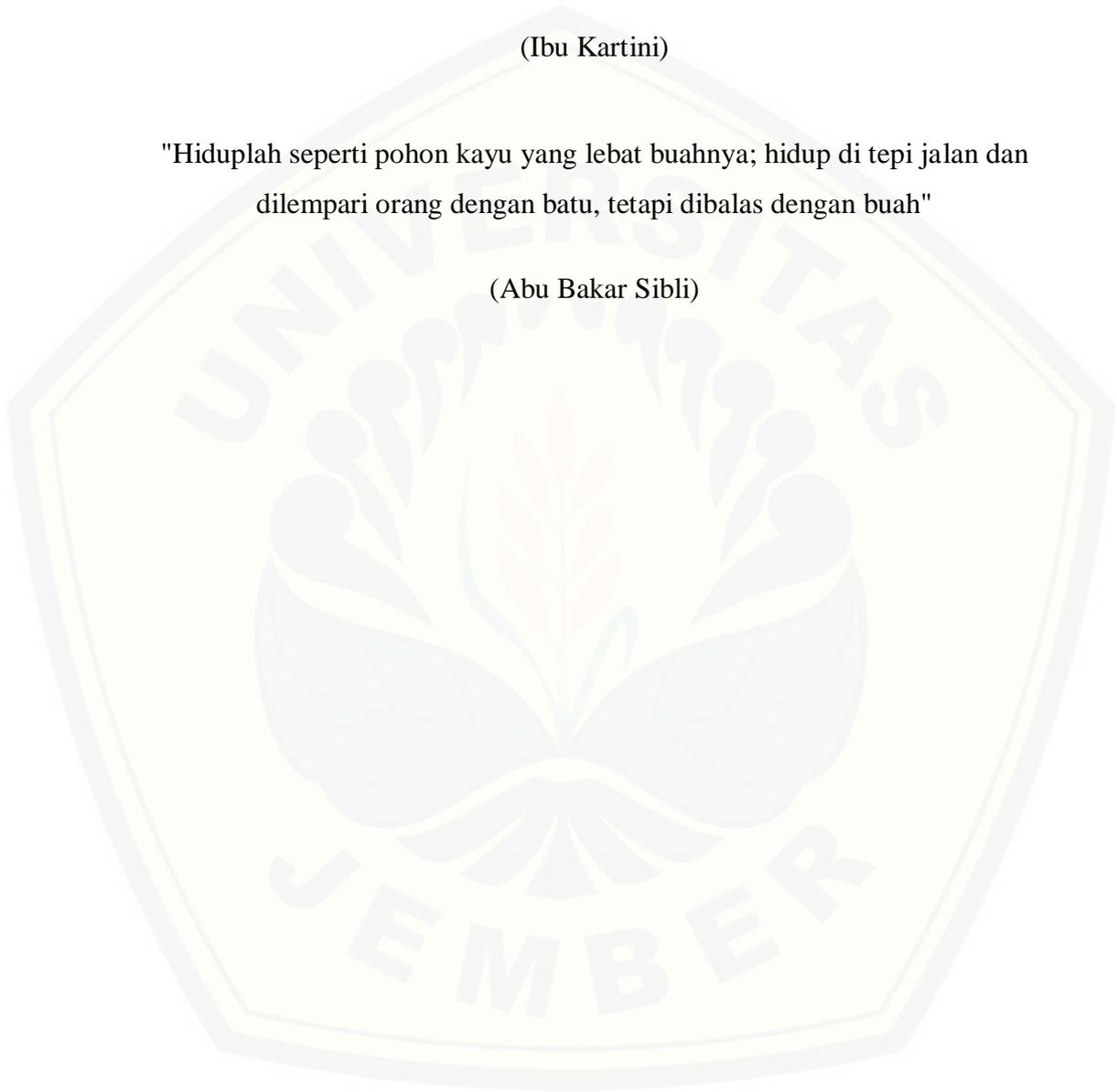
**MOTTO**

"Kemenangan yang seindah-indahnya dan sesukar-sukarnya yang boleh direbut oleh manusia ialah menundukkan diri sendiri"

(Ibu Kartini)

"Hiduplah seperti pohon kayu yang lebat buahnya; hidup di tepi jalan dan dilempari orang dengan batu, tetapi dibalas dengan buah"

(Abu Bakar Sibli)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ilham Bagus Rizki

NIM : 131710201062

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul **“Analisis Kecenderungan Hujan di Wilayah UPT PSDA di Surabaya: 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, Juni 2020

Ilham Bagus Rizki

NIM 131710201062

**SKRIPSI**

**ANALISIS KECENDERUNGAN HUJAN DI WILAYAH UPT  
PSDA DI SURABAYA: APLIKASI METODE *MANN-KENDALL  
TEST, RANK-SUM TEST, DAN MEDIAN CROSSING TEST***

Oleh

**Ilham Bagus Rizki**  
**NIM 131710201062**

Pembimbing:

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

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

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “**Analisis Kecenderungan Hujan di Wilayah UPT PSDA di Surabaya: 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 :

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. 19700830200031001

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota,

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.  
NIP. 196809231994031009

Rufiani Nadzirah S.TP., M.Sc.  
NIP. 760018059

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng.  
NIP. 196809231994031009

## RINGKASAN

**Analisis Kecenderungan Hujan di Wilayah UPT PSDA di Surabaya: Aplikasi Metode *Mann-Kendall Test*, *Rank-Sum Test*, dan *Median Crossing Test***; Ilham Bagus Rizki, 131710201062; 2018: 52 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Tidak teraturnya kondisi curah hujan yang terjadi berdampak pada perencanaan dan manajemen alokasi sumber daya air. Analisis akan dilakukan pada skala lokal yaitu pada UPT PSDA di Surabaya guna sebagai faktor penunjang alokasi sumber daya air. Wilayah kerja UPT PSDA Surabaya meliputi Mojokerto, Sidoarjo, Surabaya. Metode non parametrik digunakan untuk menentukan kecenderungan hujan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kecenderungan hujan menggunakan metode *Mann-Kendall Test*, Uji *Rank-Sum Test*, dan *Median Crossing Test* pada 47 stasiun hujan dalam periode 1960-2015 dengan tingkat signifikansi  $\alpha$  0,05. *Mann-Kendall Test* digunakan untuk mengidentifikasi kecenderungan hujan. Hasil uji tersebut menunjukkan 7 dari 47 stasiun hujan (3,3%) mengalami kecenderungan meningkat. Stasiun Seruni memiliki kecenderungan meningkat terbesar. Peningkatan kecenderungan hujan dapat mengakibatkan meningkatnya potensi banjir sedangkan penurunan kecenderungan hujan dapat mengakibatkan potensi kekeringan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan sistem drainase untuk upaya mitigasi banjir dan alokasi sumber daya air dengan memperhatikan kecenderungan hujan pada wilayah yang terdapat kecenderungan signifikan. *Rank-Sum Test* digunakan untuk mengidentifikasi perubahan hujan antara dua periode. Hasil uji tersebut menunjukkan 8 stasiun (3,8%) mengalami perubahan hujan. *Median Crossing Test* digunakan untuk mengidentifikasi ketergantungan atau independensi data. Uji tersebut menunjukkan 5 dari 47 stasiun hujan (2,3%) yang memiliki hasil data bukan dari proses acak yang berarti data tersebut tidak independen. Dari seluruh hasil analisis kecenderungan menunjukkan ada 10 stasiun yang mengalami kecenderungan meningkat maupun menurun.

## SUMMARY

**Trend Analysis of Rainfall in the Administrative Area of UPT PSDA Surabaya: Application of Mann-Kendall Test, Rank-Sum Test, and Median Crossing Test Methods;** Ilham Bagus Rizki, 131710201062; 2018: 52 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember

The unstable of rainfall condition resulting in planning and management of water resource allocations. The analysis will be carried out on a local scale, namely in the PSDA UPT in Surabaya to be used as a supporting factor for the allocation of water resources. These working area of UPT PSDA Surabaya covers Mojokerto, Sidoarjo, Surabaya. Non-parametric method are used to determine rain trends. This study aims to identify and analyze rain trends using Mann-Kendall Test method, Rank-Sum Test, and Median Crossing Test at 47 rain stations within 1960-2015 periods with significance level  $\alpha$  0.05. Mann-Kendall Test is used to identify rain trends. The test results showed that 7 of 47 stations (3,3%) experienced an upward trend. Seruni Station has the largest trend. Uplifting rainfall trend can lead flood potential risen up, while decreasing rainfall trend can lead dryness potential so that drainage system plan needs to be done for flood mitigation and water resource allocation in concern to rainfall trend in the region with a significant trend. Rank-Sum Test is used to identify a rain shift between two periods. The test results showed that the 8 stations (3,8%) experienced a rain shift. Median Crossing Test used to identify the data independency. This test showed that 5 from 47 (2,3%) rain stations have an not independent data, that aren't pick from random process. The result of all trend analysis shows that there is 10 station that have an upward and downward trends.

## 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 Hujan di Wilayah UPT PSDA di Surabaya: 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 dan Askin S.TP., M.MT. selaku dosen pembimbing anggota, yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penelitian skripsi ini;
2. Dosen Penguji Utama selaku dosen penguji utama dan Dosen Penguji Anggota selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan saran dan kritikan dalam penelitian skripsi ini;
3. Sahabat-sahabatku, Dimas, Afro, Dio, Ridho, Umam, Abu Bakar, Theo dan segenap keluarga TEP-C 2013, terima kasih untuk persahabatannya, saling memotivasi, mendukung, mendoakan, dan menghibur lewat berbagai candaan dan menumbuhkan semangat dalam meraih gelar S.T bersama;
4. Tim GIS 2013 yang telah menjadi *partner* dalam mengerjakan skripsi;
5. Keluarga besar Angkatan Super 2013, terima kasih atas kekompakan, rasa kekeluargaannya dan pengalaman yang tidak ada dibangku kuliah serta membentuk pribadi yang tangguh;
6. Segenap dosen dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian yang telah membantu kelancaran proses pembuatan skripsi ini;
7. 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 berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi sempurnanya tulisan ini. Semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan bagi pembaca.

Jember, Juni 2020

Penulis

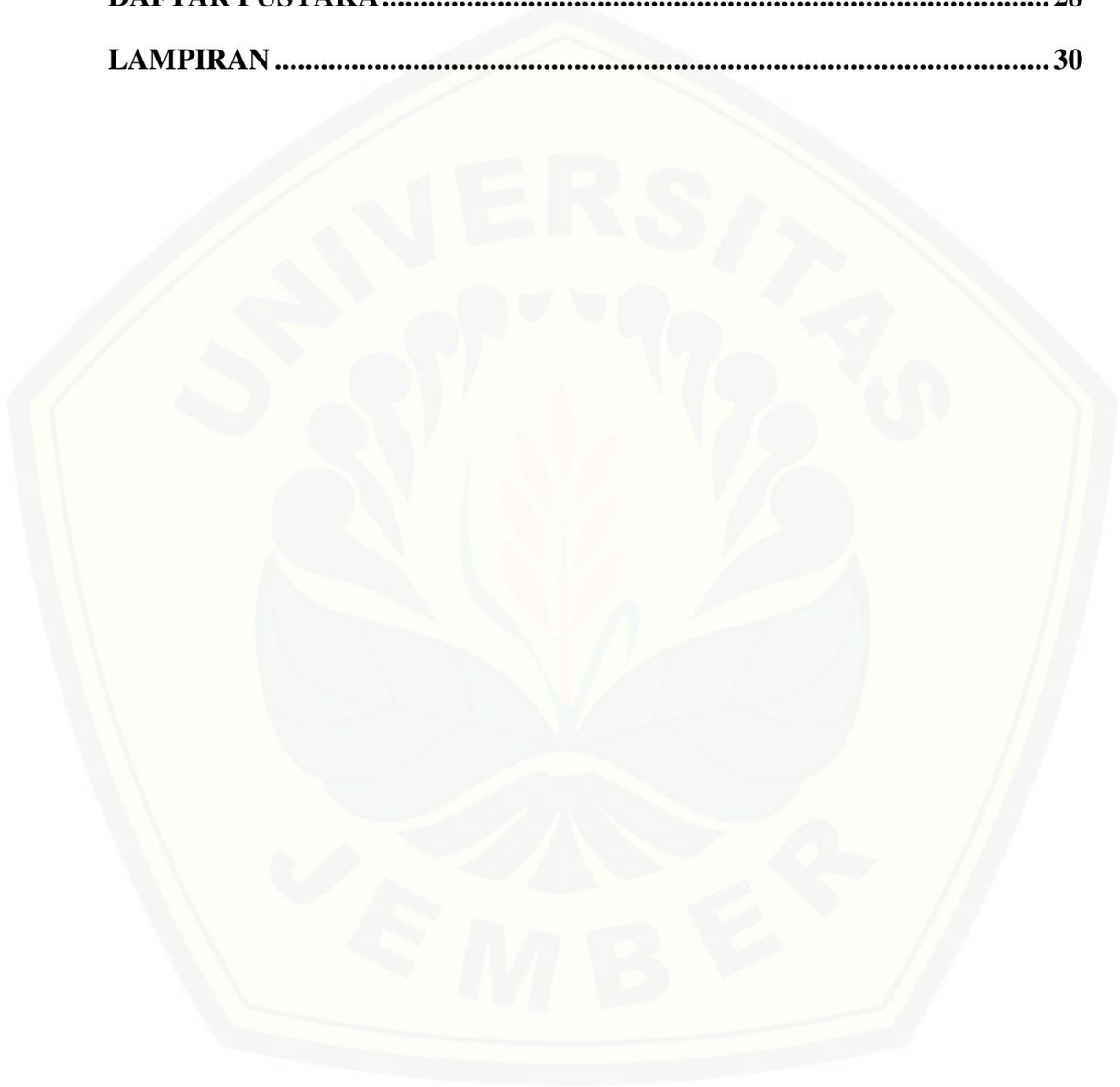


**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>SKRIPSI</b> .....	<b>vi</b>
<b>PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>ix</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	<b>2</b>
<b>1.4 Tujuan</b> .....	<b>2</b>
<b>1.5 Manfaat</b> .....	<b>2</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 Analisis Kecenderungan (<i>Trend Analysis</i>)</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2 Uji Statistik</b> .....	<b>5</b>

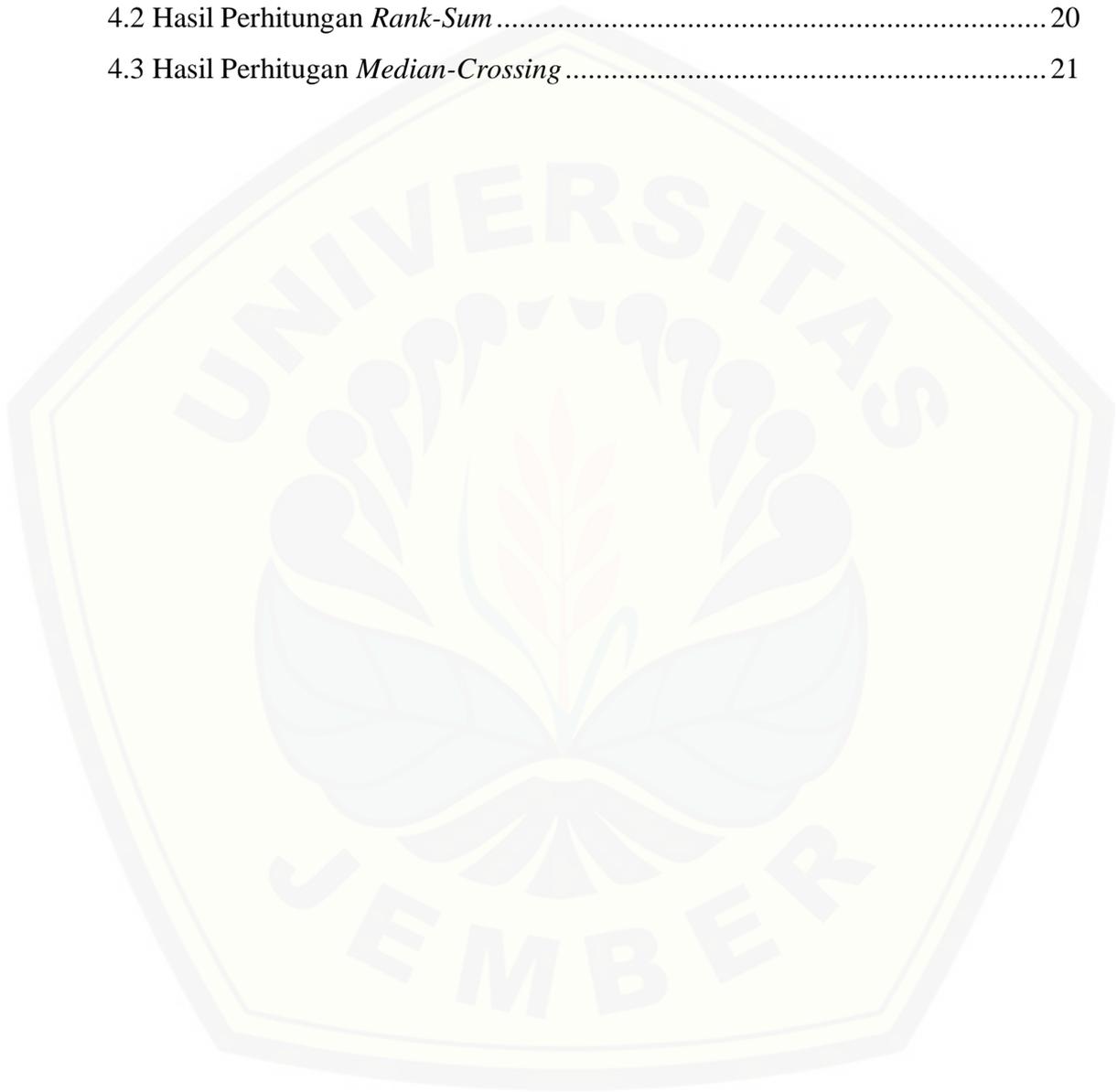
2.2.1 Metode Pengujian Trend.....	6
<b>BAB 3. METODOLOGI.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....</b>	<b>9</b>
<b>3.3 Tahapan Penelitian.....</b>	<b>10</b>
3.3.1 Inventarisasi Data .....	11
3.3.2 Analisis Pendahuluan.....	11
3.3.3 Pengolahan Data.....	11
3.3.4 Uji statistik .....	11
<b>3.4 Memaparkan dan Menginterpretasikan Hasil .....</b>	<b>14</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 Analisis Pendahuluan .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 Uji Statistik .....</b>	<b>18</b>
4.2.1 Uji <i>Mann-Kendall</i> .....	18
4.2.2 Uji <i>Rank-Sum</i> .....	19
4.2.3 Uji <i>Median-Crossing</i> .....	21
<b>4.3 Peta Tematik Kecenderungan Hujan .....</b>	<b>22</b>
<b>4.4 Plot Rentang Waktu Kecenderungan Hujan.....</b>	<b>24</b>
4.4.1 Kecenderungan Hujan Meningkat .....	24
4.4.2 Kecenderungan Hujan Menurun.....	25
4.4.3 Tidak Terdapat Kecenderungan Hujan .....	26

<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>27</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>27</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>27</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>28</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>30</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
4.1 Hasil Perhitungan <i>Mann-Kendall</i> .....	18
4.2 Hasil Perhitungan <i>Rank-Sum</i> .....	20
4.3 Hasil Perhitugan <i>Median-Crossing</i> .....	21

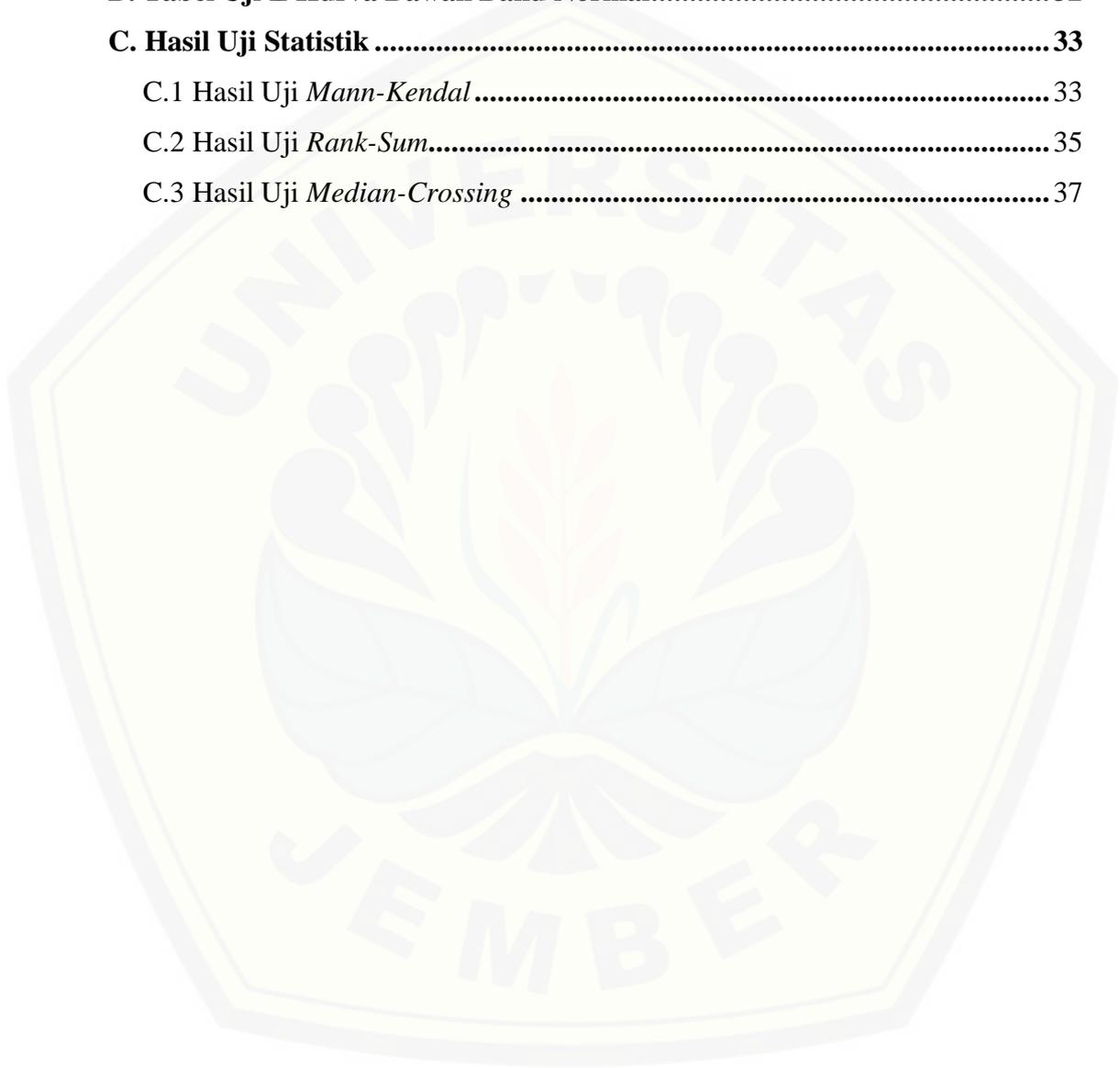


**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
3.1 Peta Stasiun Hujan di Wilayah UPT PSDA di Surabaya .....	9
3.2 Diagram Alir Penelitian .....	10
4.1 Peta Distribusi Frekuensi Hujan Bulanan UPT PSDA Surabaya Tahun 1960- 2015.....	16
4.2 Peta Distribusi Frekuensi Hujan Tahunan UPT PSDA Surabaya Tahun 1960- 2015.....	17
4.3 Peta Kecenderungan Hujan UPT PSDA Surabaya .....	23
4.4 Plot Rentang Waktu Hujan Tahunan Meningkat.....	24
4.5 Plot Rentang Waktu Hujan Tahunan Menurun .....	26
4.6 Plot Rentang Waktu Hujan Tahunan Tidak Terdapat Kecenderungan .....	26

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>A. Tabel Ketersediaan Data.....</b>	<b>30</b>
<b>B. Tabel Uji Z Kurva Bawah Baku Normal.....</b>	<b>32</b>
<b>C. Hasil Uji Statistik .....</b>	<b>33</b>
C.1 Hasil Uji <i>Mann-Kendal</i> .....	33
C.2 Hasil Uji <i>Rank-Sum</i> .....	35
C.3 Hasil Uji <i>Median-Crossing</i> .....	37



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim merupakan suatu hal yang sangat berpengaruh terhadap segala sektor dalam aktivitas manusia, seperti pertanian, perikanan, kesehatan, dan ekonomi. Menurut Forster dan Ramaswany (2007: 135), perubahan iklim merupakan proses alami yang terjadi di bumi. Namun perubahan iklim terjadi lebih cepat dalam dua ratus tahun terakhir. Hal ini terutama ditandai dengan semakin meningkatnya suhu di bumi akibat meningkatnya gas rumah kaca (GRK).

Dengan semakin meningkatnya suhu bumi, proses evaporasi juga akan berlangsung lebih cepat. Hal ini berdampak pada tersedianya banyak air di udara yang berpotensi menimbulkan badai, namun juga berkontribusi pada proses terjadinya kekeringan di beberapa wilayah tertentu. Sebagai hasilnya, pada wilayah yang dipengaruhi badai akan memungkinkan terjadinya peningkatan kecenderungan hujan dan potensi banjir. Tetapi pada wilayah yang jauh dari area badai akan memungkinkan terjadinya penurunan kecenderungan hujan dan peningkatan resiko kekeringan (EPA, 2009).

Indonesia adalah salah satu negara yang mengalami dampak dari perubahan iklim tersebut. Perubahan iklim di Indonesia ditunjukkan oleh adanya 4 hal, yaitu: peningkatan suhu rata-rata per tahunnya sekitar  $0,3^{\circ}\text{C}$ , curah hujan tahunan cenderung menurun sekitar 2-3%, berubahnya rata-rata curah hujan, dan terjadi pergeseran musim (penghujan dan kemarau). Pada musim hujan di wilayah Selatan Indonesia semakin basah, sedangkan di wilayah Utara pada musim kemarau semakin kering (Boer dan Faqih, 2004).

Berdasarkan hal diatas maka perlu adanya analisis terhadap kecenderungan hujan untuk mengetahui kondisi perubahan iklim pada suatu wilayah dan menggambarkan kecenderungan tersebut kedalam peta tematik agar mempermudah membaca sebaran kecenderungan hujan. Penelitian ini dimulai dari skala lokal yaitu wilayah UPT PSDA (Pengelolaan Sumber Daya Air) di Surabaya yang mana dapat digunakan sebagai faktor penunjang untuk perencanaan dan manajemen alokasi air pada wilayah tersebut.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, perubahan iklim menyebabkan tidak teraturnya kondisi curah hujan, sehingga perencanaan dan manajemen alokasi sumber daya air menjadi tidak menentu. Oleh karena itu, untuk mengidentifikasi tidak teraturnya curah hujan dilakukan analisis kecenderungan hujan. Dengan analisis tersebut diharapkan dapat menjadi faktor penunjang perencanaan dan manajemen alokasi sumber daya air di wilayah UPT PSDA di Surabaya.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan penelitian ini, analisis kecenderungan menggunakan metode *Mann-Kendall Test*, *Rank-Sum Test*, dan, *Median Crossing Test* pada wilayah administratif UPT PSDA di Surabaya dengan menggunakan 47 stasiun hujan. Periode hujan yang digunakan yaitu, tahun 1960 – 2015.

## 1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menganalisis kecenderungan hujan yang terjadi di wilayah UPT PSDA di Surabaya. Menggambarkan variabilitas spasial kecenderungan tersebut ke dalam peta tematik GIS.

## 1.5 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

1. memberikan informasi terkait kecenderungan hujan di wilayah UPT PSDA di Surabaya
2. sebagai faktor penunjang untuk perencanaan dan manajemen alokasi air di wilayah tersebut pada waktu – waktu mendatang.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Analisis Kecenderungan (*Trend Analysis*)

Curah hujan merupakan bagian dari siklus hidrologi, dimana 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 dan 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 India. Hasil yang didapat yaitu kenaikan dan penurunan jumlah aliran yang masuk kedalam waduk berbanding lurus dengan nilai perubahan kecenderungan curah hujan yang terjadi. Penilaian ini mengisyaratkan perubahan kecenderungan curah hujan yang terjadi dapat menimbulkan potensi bahaya dimana 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 praktik 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 waktu deret data hidrologi yang panjang sangat penting dilakukan (Kundzewicz dan Robson, 2000 dan Sethi *et al.* 2015).

Metode parametrik dan non parametrik sering digunakan untuk mendeteksi kecenderungan. Data hidrologi yang digunakan dapat berupa interval temporal seperti data perjam, harian, bulanan, tahunan, atau seperti 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 dan 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 di semua musim dengan kenaikan rata-rata tahunan mencapai 1,5 °C untuk seluruh periode. Subarna (2014) menggunakan metode *Mann- Kendall* untuk mengidentifikasi kecenderungan yang terjadi pada curah hujan, jumlah dari hujan, evaporasi dan suhu udara menggunakan periode data 1998 – 2007 di stasiun metologi 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. 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 kampong Provinsi Lampung. Hasil menunjukkan penurunan curah hujan di daerah aliran sungai daerah irigasi (DI) Pulau Ambon dengan menggunakan metode *Mann-Kendall* 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 *Petti's test*, *Van Neumann Ration test*, *Buishand's Range Test*, *Standart Normal Homogeneiti (SNH) Test*, dan analisis kecenderungan menggunakan uji rekresi 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 pada suhu minimal, kecepatan angin, lama penyinaran matahari menunjukkan perubahan yang signifikan, sedangkan nilai evaporasi dan suhu maksimal menunjukkan nilai yang homogeny pada taraf kepercayaan 95%. Analisis kecenderungan menunjukkan terjadi kenaikan yang signifikan pada suhu minimal, suhu maksimal, dan kelembaban 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 ekstrim temporal dan spasial di Beijing – Tianjing 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 diperoleh menunjukkan indeks curah hujan ekstrim memiliki pola spasial menurun, selain itu terdapat penurunan kecenderungan yang tidak signifikan pada indeks hujan paling ekstrim pada tingkat kepercayaan 90%.

## 2.2 Uji Statistik

Ada banyak metode yang dapat digunakan dalam menilai berbagai macam tipe perubahan data rentang waktu. Ada dua istilah umum yang sering dipakai untuk membedakan metode yang digunakan, yaitu *parametric-test* dan *non-parametric-test*. Dikatakan *parametric-test* apabila didasarkan pada satu atau lebih parameter. *Linear regression* merupakan salah satu contoh metode *parametric-test*. Secara umum, *parametric-test* sangat baik digunakan ketika variabel terdistribusi secara normal (Önoş dan Bayazit, 2003). Namun demikian, pada umumnya data rentang waktu hidrologi tidak selalu terdistribusi Normal, dalam kasus ini dapat digunakan metode *non-parametric test* (Kundzewicz dan Robson, 2000: 49).

### 2.2.1 Metode Pengujian *Trend*

#### 1. *Mann-Kendall Test*

*Mann-Kendall Test* dapat digunakan untuk menguji apakah terdapat perbedaan *trend* dengan arah yang sama atau besaran yang sama. Berikut adalah tahapan dari uji *Mann-Kendall* (Hirsch *et al*, 1993):

- 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 dimana  $y_i > y_j$  ( $i > j$ ), 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.

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

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

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

Dimana hipotesis nol ( $H_0$ ) menyatakan tidak terdapat kecenderungan/*Trend* dan ( $H_1$ ) menyatakan terdapat adanya kecenderungan/*Trend*, nilai ( $H_1$ ) positif menggambarkan adanya kenaikan *trend* dan nilai ( $H_1$ ) negatif menggambarkan turunnya *trend* dalam periode tersebut.

#### 2. *Rank-Sum Test*

Uji ini digunakan untuk menguji apakah terdapat perubahan antar periode data. 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 (Hirsch *et al*, 2002):

- 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.
- Menghitung statistik  $W$  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:

$$\mu = \frac{nN+1}{2} \dots\dots\dots(2.6)$$

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

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

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

Keterangan:

$W$	= jumlah ranking dalam data $n$
$N$	= banyaknya tahun data hujan
$n$	= banyaknya kelompok data pertama
$m$	= banyaknya kelompok data kedua
$\mu$	= mean
$\sigma$	= varian

### 3. Median Crossing Test

*Median Crossing Test* digunakan untuk menentukan keacakan data atau independensi data, hipotesis nol ( $H_0$ ) menyatakan bahwa data yang ada berasal dari proses acak, sedangkan hipotesis alternatif ( $H_1$ ) menyatakan data tidak berasal dari proses acak. (Chiew dan Siriwardena, 2005):

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

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

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

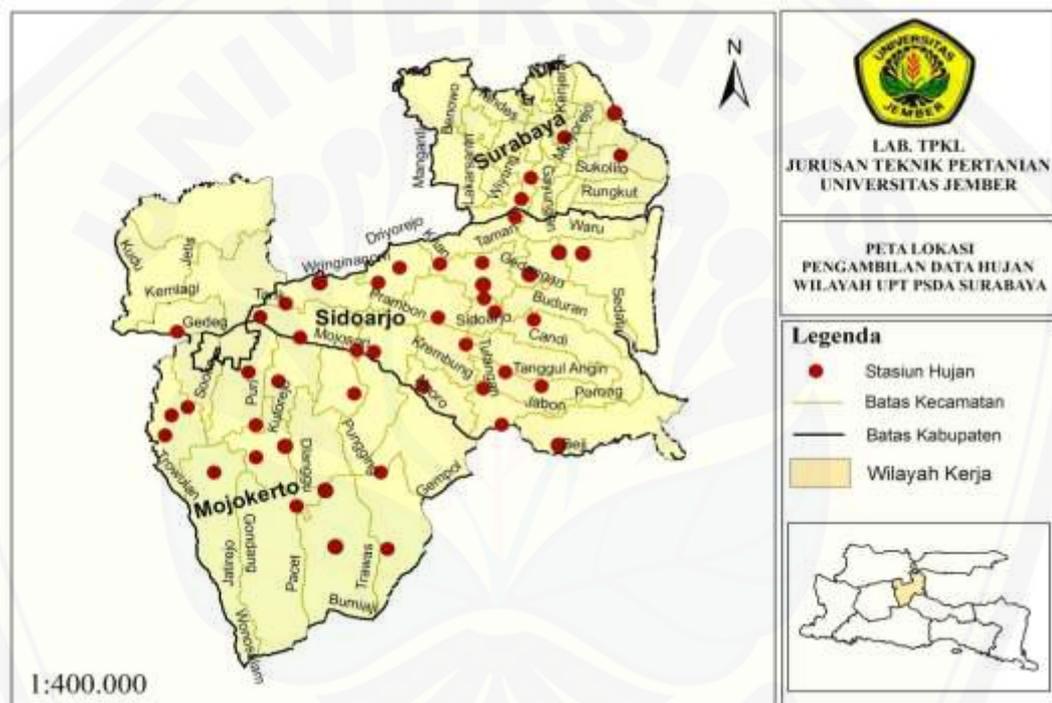
$$Z = \frac{|m-\mu|}{\sigma^{0.5}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:  $n$  = banyaknya tahun data hujan  
 $\mu$  = mean dari Q  
 $var(Q)$  = varian dari Q

### BAB 3. METODOLOGI

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2017 – Januari 2018 di UPT PSDA di Surabaya yang meliputi wilayah Mojokerto, Sidoarjo dan Surabaya dengan mengambil data hujan pada 47 stasiun hujan yang memiliki periode panjang (minimal 20 tahun). Peta Stasiun Hujan di wilayah UPT PSDA di Surabaya disajikan pada Gambar 3.1.



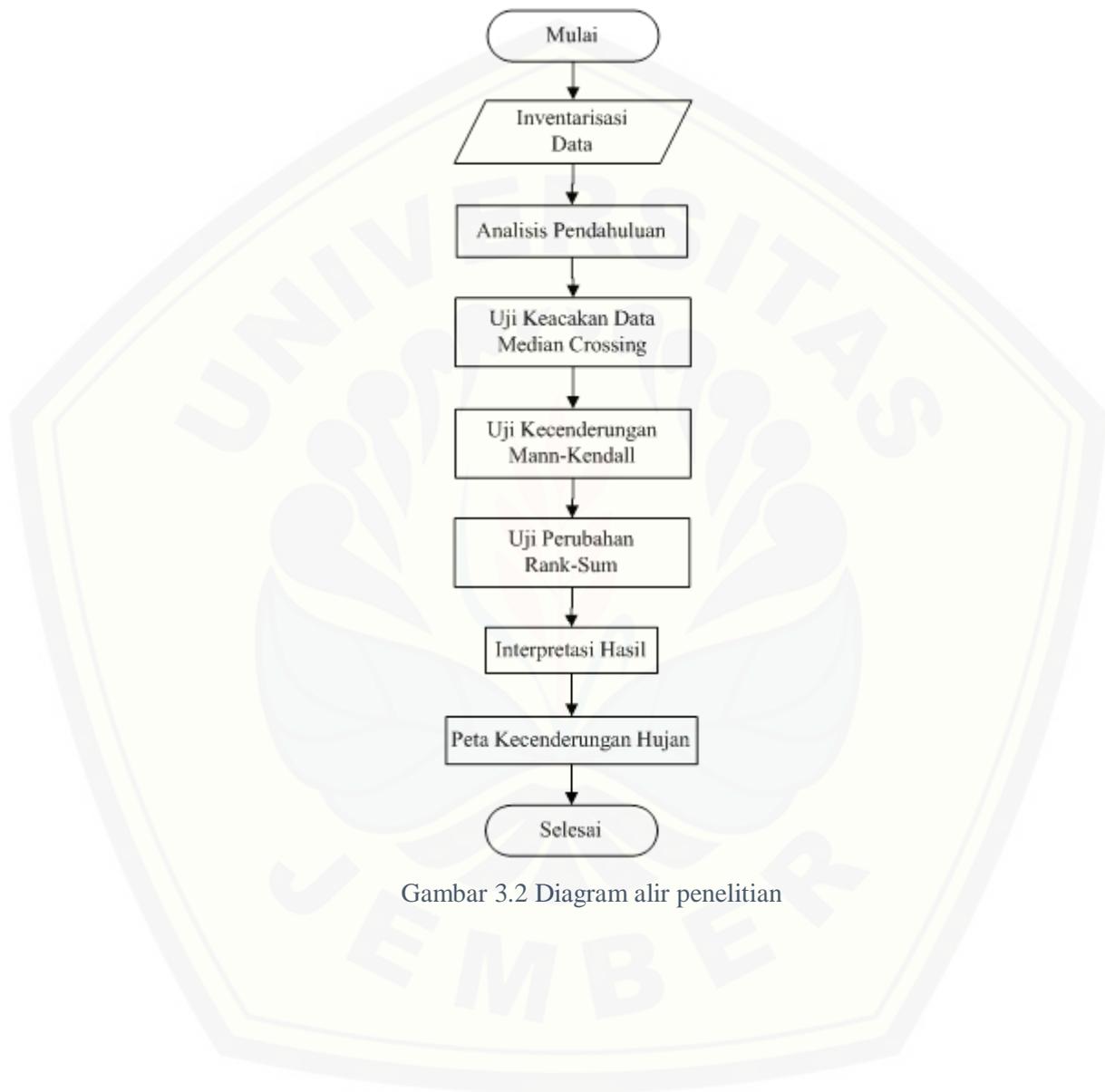
Gambar 3.1 Peta stasiun hujan di wilayah UPT PSDA di Surabaya (Sumber: Pengolahan Data 2017)

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, PC/laptop, *Microsoft Excel 2013*, aplikasi statistik *TREND (Trend Detection Software)*, *RAP (River Analysis Package)*, dan *software ArcGIS*. Untuk bahan penelitian yang digunakan merupakan data curah hujan harian yang diperoleh dari stasiun hujan yang tersebar di wilayah UPT PSDA di Surabaya. Data hujan yang digunakan memiliki periode panjang (minimal 20 tahun). Data hujan tersebut disajikan pada lampiran A.

### 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

Pada tahap ini yang dilakukan yaitu mengumpulkan dan menyeleksi data yang akan digunakan dalam penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data curah hujan harian pada setiap stasiun yang ada di wilayah UPT PSDA di Surabaya dari tahun 1960-2015. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel excel.

### 3.3.2 Analisis Pendahuluan

Analisis pendahuluan digunakan untuk mengetahui distribusi hujan bulanan dan tahunan. Dalam distribusi hujan bulanan, rata-rata curah hujan bulanan diperoleh dari rata-rata curah hujan yang terjadi pada setiap bulan dalam periode tersebut. Sedangkan nilai maksimum dan minimum hujan bulanan diperoleh dari jumlah curah hujan yang terjadi setiap bulannya. Untuk distribusi hujan tahunan digunakan untuk mengetahui frekuensi curah hujan yang sering terjadi tiap tahun dalam periode data dengan menggunakan histogram. Dari histogram tersebut dapat diketahui frekuensi curah hujan tahunan yang sering terjadi (Indarto, 2013).

### 3.3.3 Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data ini mengolah data curah hujan harian menggunakan *software Excel 2013, TREND, dan RAP*.

### 3.3.4 Uji statistik

Melakukan uji statistik dengan menggunakan metode uji non-parametrik yaitu, *Mann-Kendall Test, Rank-sum Test, dan Median Crossing Test*.

#### 1. *Mann-Kendall Test*

Uji ini digunakan untuk melihat ada atau tidaknya kecenderungan pada data berdasarkan rangking relatif dari data rentang waktu.

Langkah yang dilakukan:

- a. merumuskan hipotesis

$H_0 : Z =$  tidak terdapat kecenderungan

$H_1 : Z =$  terdapat kecenderungan

- b. menentukan level signifikansi ( $\alpha$ ):

$$\alpha = 0,05$$

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.

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

- 1) memberikan rangking relatif ( $R$ ) pada data hujan tahunan sesuai urutan peningkatan nilai curah hujan tahunan
- 2) 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  $R_j < R_i$ .
- 3) menghitung nilai statistik  $S$  dengan persamaan (2.1)
- 4) menghitung nilai statistik  $Z$ , dengan persamaan (2.2)

- d. menguji hipotesis

- e. menarik kesimpulan

## 2. Rank-Sum Test

Metode ini 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:

- a. merumuskan hipotesis

$H_0$  :  $Z$  = tidak terdapat perbedaan median/mean di antara dua periode data

$H_1$  :  $Z$  = terdapat perbedaan median/mean di antara dua periode data

- b. menentukan level signifikansi ( $\alpha$ ):

$$\alpha = 0,05$$

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.

- c. mencari nilai  $Z_{rs}$  (kriteria pengujian normal untuk *rank-sum test*):
  - 1) 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.
  - 2) Menghitung statistik S sebagai jumlah dari ranking  $n$  pengamatan di grup terkecil
  - 3) Untuk ukuran sampel, menghitung rerata teoritis dan standar deviasi dari S dalam  $H_0$  untuk keseluruhan sampel dengan persamaan (2.3) dan (2.4)  
Bentuk baku dari uji statistik  $Z_{rs}$  dapat dihitung dengan persamaan (2.5)
- d. menguji hipotesis
- e. menarik kesimpulan

### 3. Median Crossing Test

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.

- a. Merumuskan hipotesis
 

$H_0$  : data dari proses acak

$H_1$ : data tidak dari proses acak
- b. Menentukan level signifikansi ( $\alpha$ ):
 

$\alpha = 0,05$

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.

- c. Mencari nilai  $Z$  sebagai berikut:
  - 1) Mencari nilai median curah hujan tahunan
  - 2) Mengganti nilai curah hujan dengan  $Q$  ( $Q = 0$  apabila  $y_i < y_{\text{median}}$  dan  $Q = 1$  apabila  $y_i > y_{\text{median}}$ , dengan  $y$  adalah curah hujan)
  - 3) Menghitung nilai  $m$  yang merupakan banyaknya data 0 yang diikuti dengan 1 dan 1 diikuti dengan 0 pada data hasil transformasi (poin 2)
  - 4) Mencari nilai *mean* dan varian dari  $Q$  yang didekati dengan persamaan (2.6) dan (2.7)
  - 5) Mencari nilai statistik  $Z$  dengan persamaan (2.8)
- d. Menguji hipotesis
- e. Menarik kesimpulan

### 3.4 Memaparkan dan Menginterpretasikan Hasil

Hasil pengolahan data ditampilkan dalam bentuk grafik maupun tabel. Kemudian ditarik kesimpulan, apakah terjadi kecenderungan curah hujan atau tidak. Dari hasil kesimpulan tersebut kemudian dijadikan dasar untuk pembuatan peta tematik.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil uji kecenderungan (*Mann-Kendall*) menunjukkan kecenderungan hujan hanya terjadi pada 10 dari 47 stasiun (4,7%). Stasiun yang memiliki kecenderungan meningkat ada 7 stasiun yaitu, Pandan, Bono, Karang Nongko, Kedung Cangkring, Sedati, Seruni dan Larangan. Sedangkan yang mengalami kecenderungan menurun ada 3 stasiun yaitu, Ketangi, Pacet, Bakalan. Kecenderungan hujan tertinggi terjadi pada stasiun Seruni dengan nilai Z 2,947. Hasil tersebut juga mengindikasikan bahwa hanya ada beberapa kecenderungan hujan yang terjadi di wilayah UPT PSDA Surabaya pada periode 1960-2015.
2. Dari hasil uji *Rank-Sum* menunjukkan 8 dari 47 stasiun hujan (3,8%) mengalami perubahan hujan antar periode. Peningkatan antar periode terbesar berada pada stasiun Cakarayam dengan nilai Z sebesar -2,768. Dari hasil uji tersebut mengindikasikan bahwa secara keseluruhan wilayah UPT PSDA Surabaya tidak mengalami perubahan hujan yang signifikan antar periode.
3. Dari hasil uji *Median Crossing* data tidak independen hanya pada 5 dari 47 stasiun hujan (2,3%). Sebagian besar data hujan di UPT PSDA Surabaya acak atau independen.

### 5.2 Saran

Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan terhadap karakteristik curah hujan lainnya seperti hujan ekstrim, hari hujan, dan parameter perubahan lainnya dalam wilayah ini untuk membuktikan kecenderungan yang terjadi dan juga perlu memperhatikan hubungan antara suhu dengan hujan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Boer, Rizaldi, and Faqih. 2004. *Climate Risk and Adaptation Country Profile (Indonesia). Vulnerability, Risk Reduction and Adaptation to Climate Change*. World Bank Group.
- Buhairi, M. 2010. Analysis of monthly, seasonal and annual air temperature variability and trends in taiz city – republic of yemen. *Journal of Environmental Protection*. 1 : 401-409.
- Caloiero, T., Coscarelli, R., Ferrari, E., & Mancini, M. 2009. Trend detection of annual and seasonal rainfall in Calabria (Southern Italy). *International journal of climatology*. 31: 44-56.
- Chiew, F., dan Siriwardena, L. 2005. *Trend User Guide*. Australia (p. 29). CRC for Catchment Hydrology.
- Cheng, C. S., Li, C., Li, Q., dan Auld, H. 2011. *A Synoptic Weather Typing Approach to Project Future Daily Rainfall and Extremes at Local Scale in Ontario, Canada*. *Journal of Climate*, 24, 1–17.
- Cole, S. 2007. *Long-Term Increase in Rainfall Seen in Tropics*. Retrieved from [https://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2007/rainfall\\_increase.html](https://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2007/rainfall_increase.html) [Diakses pada 10 November 2017]
- Durrant, J., dan Byleveld, S. 2009. *Streamflow Trends in South-West Western Australia* (Surface Water Analysis). Western Australia: Department Water of Western Australia.
- EPA. 2009. *Frequently Asked Questions About Global Warming and Climate Change: Back to Basics*. Environmental Protection Agency.
- Forster, P. dan Ramaswamy, V. 2007. *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*.
- Hirsch, R. M., Helsel, D. R., Cohn, T. A., & Gilroy, E. J. (1993). *Statistical Analysis Of Hydrologic Data*. In *Hand Book Of Hydrology*.
- Hirsch, R. M., Gotway, C. a., & Helsel, D. R. (2002). *Statistical Methods in Water Resources*. *Technometrics*, 36(3), 323. <http://doi.org/10.2307/1269385>
- Indarto. 2013. *Analisis Geostatistik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Jaiswal, R., Lohani, A., & Tiwari, H. 2015. *Statistical Analysis for Change Detection and Trend Assessment in Climatological Parameters*. *Environ Process*. 2 : 729-749.
- Kundzewicz, Z.W. dan Robson, A. 2000. *Detecting trend and other changes in hydrological data*. Geneva: World Meteorological Organization.

- Önoş B. dan Bayazit, M. 2003. The Power of Statistical Tests for Trend Detection. *Turkish J. Eng. Env. Sci.* 27 (2003): 247-251.
- Prayoga, A., Kumar, V., & Basofi, R. 2013. Spatio-temporal trend and statistical distribution of extreme precipitation events in Huaihe River Basin during 1960–2009.
- Robson, A., Bardossy, A., Jones, D., & Kundzewicz, Z. W. (2000). *Statistical Methodes for Testing for Change*. Genewa: World Meteorological Organization.
- Sethi, R. 2015. Performance evaluation and hydrological trend detection of a reservoir under climate change condition. *Modeling Earth Systems and Environment*. 27(5): 12-20.
- Singh, V. P., dan Yadava, R. N. 2003. *Watershed Hydrology*. Allied Publishers.
- Subarna, D. 2014. Uji Kecenderungan Unsur-Unsur Iklim di Cekungan Bandung dengan Metode Mann-Kendall.
- Wei, W., Shi, Z., & Yang, X. 2017. Recent Trends Of Extreme Precipitation and Their Teleconnection with Atmospheric, Circulation in the Beijing-Tianjin Sand Source Regian, China, 1960-2014.

## LAMPIRAN

## Lampiran A. Tabel Ketersediaan Data

No.	Nama Stasiun	Kabupaten/Kota madya	Koordinat		Data Tersedia (Tahun)
			mT	mU	
1	Cakarayam	Mojokerto	657491	9160601	36
2	Gedeg	Mojokerto	653706	9175560	36
3	Janjing	Mojokerto	674493	9160583	36
4	Ketangi	Mojokerto	664753	9163369	28
5	Klengen	Mojokerto	661753	9162206	36
6	Mojosari	Mojokerto	671795	9168968	36
7	Pacet	Mojokerto	669870	9152668	26
8	Pandan	Mojokerto	668855	9158634	26
9	Pandansili	Mojokerto	653109	9166675	26
10	Pasinan	Mojokerto	660974	9171242	26
11	Pudaksari	Mojokerto	664052	9170299	36
12	Pugeran	Mojokerto	665919	9156989	25
13	Sambiroto	Mojokerto	654798	9167536	26
14	Tangunan	Mojokerto	661735	9165628	26
15	Trawas	Mojokerto	675191	9152450	26
16	Trowulan	Mojokerto	652483	9164530	26
17	Bono	Sidoarjo	692713	9184001	56
18	Bakalan	Sidoarjo	668277	9180758	56
19	Botokan	Sidoarjo	684867	9182922	56
20	Budung Bulus	Sidoarjo	684987	9169519	48
21	Cipples	Sidoarjo	666261	9174940	48
22	Durung Bedug	Sidoarjo	683196	9174188	56
23	Gedang Rowo	Sidoarjo	673813	9173434	55
24	Karang Nongko	Sidoarjo	684967	9180548	36
25	Kedung Cangkring	Sidoarjo	692688	9163483	56
26	Kedung Ploso	Sidoarjo	664796	9178555	56
27	Kemlaten	Sidoarjo	662204	9177145	56
28	Ketawang	Sidoarjo	680542	9182778	56
29	Ketengan	Sidoarjo	688237	9187779	35
30	Ketintang	Sidoarjo	680344	9177080	56
31	Klagen	Sidoarjo	685075	9179092	56

32	Kludan	Sidoarjo	687252	9171271	47
33	Krembung	Sidoarjo	678790	9169801	36
34	Krian	Sidoarjo	674262	9180816	56
35	Ponokawan	Sidoarjo	676429	9182376	56
36	Porong	Sidoarjo	686854	9165685	56
37	Prambon	Sidoarjo	672062	9173584	56
38	Putat	Sidoarjo	690927	9169761	32
39	Sedati	Sidoarjo	695160	9183882	32
40	Sidoarjo	Sidoarjo	690138	9176841	50
41	Sruni	Sidoarjo	689715	9181652	56
42	Sumput	Sidoarjo	686147	9177674	27
43	Gubeng	Surabaya	693237	9196249	44
44	Gunungsari	Surabaya	689829	9191969	27
45	Kebon Agung	Surabaya	688871	9189682	44
46	Keputih	Surabaya	699022	9194330	26
47	Larangan	Surabaya	698410	9198834	44

**Lampiran B. Tabel Uji Z Kurva Bawah Baku Normal**

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

No.	Nama Stasiun	Nilai Kritis	Nilai  Z	Hasil
1	Cakarayam	1,96	1,471	Tidak Ada <i>Trend</i>
2	Gedeg	1,96	0,449	Tidak Ada <i>Trend</i>
3	Janjing	1,96	0,872	Tidak Ada <i>Trend</i>
4	Ketangi	1,96	-2,430	Terjadi <i>Trend</i>
5	Klengen	1,96	-0,150	Tidak Ada <i>Trend</i>
6	Mojosari	1,96	-0,286	Tidak Ada <i>Trend</i>
7	Pacet	1,96	-1,675	Terjadi <i>Trend</i>
8	Pandan	1,96	0,882	Terjadi <i>Trend</i>
9	Pandansili	1,96	1,102	Tidak Ada <i>Trend</i>
10	Pasinan	1,96	-0,617	Tidak Ada <i>Trend</i>
11	Pudaksari	1,96	-0,736	Tidak Ada <i>Trend</i>
12	Pugeran	1,96	0,023	Tidak Ada <i>Trend</i>
13	Sambiroto	1,96	-0,661	Tidak Ada <i>Trend</i>
14	Tangunan	1,96	-1,543	Tidak Ada <i>Trend</i>
15	Trawas	1,96	-0,573	Tidak Ada <i>Trend</i>
16	Trowulan	1,96	1,631	Tidak Ada <i>Trend</i>
17	Bono	1,96	1,717	Terjadi <i>Trend</i>
18	Bakalan	1,96	-2,297	Terjadi <i>Trend</i>
19	Botokan	1,96	0,445	Tidak Ada <i>Trend</i>
20	Budung Bulus	1,96	-0,898	Tidak Ada <i>Trend</i>
21	Cipiples	1,96	1,129	Tidak Ada <i>Trend</i>
22	Durung Bedug	1,96	1,583	Tidak Ada <i>Trend</i>
23	Gedang Rowo	1,96	1,343	Tidak Ada <i>Trend</i>
24	Karang Nongko	1,96	2,288	Terjadi <i>Trend</i>
25	Kedung Cangkring	1,96	1,845	Terjadi <i>Trend</i>
26	Kedung Ploso	1,96	-0,530	Tidak Ada <i>Trend</i>
27	Kemlaten	1,96	0,035	Tidak Ada <i>Trend</i>
28	Ketawang	1,96	-0,565	Tidak Ada <i>Trend</i>
29	Ketengan	1,96	0,227	Tidak Ada <i>Trend</i>
30	Ketintang	1,96	-0,989	Tidak Ada <i>Trend</i>
31	Klagen	1,96	-0,226	Tidak Ada <i>Trend</i>
32	Kludan	1,96	-1,045	Tidak Ada <i>Trend</i>
33	Krembung	1,96	-0,790	Tidak Ada <i>Trend</i>
34	Krian	1,96	0,007	Tidak Ada <i>Trend</i>
35	Ponokawan	1,96	0,346	Tidak Ada <i>Trend</i>
36	Porong	1,96	-0,198	Tidak Ada <i>Trend</i>

37	Prambon	1,96	0,544	Tidak Ada <i>Trend</i>
38	Putat	1,96	-0,178	Tidak Ada <i>Trend</i>
39	Sedati	1,96	1,930	Terjadi <i>Trend</i>
40	Sidoarjo	1,96	-1,330	Tidak Ada <i>Trend</i>
41	Sruni	1,96	2,947	Terjadi <i>Trend</i>
42	Sumpat	1,96	0,667	Tidak Ada <i>Trend</i>
43	Gubeng	1,96	1,102	Tidak Ada <i>Trend</i>
44	Gunungsari	1,96	0,750	Tidak Ada <i>Trend</i>
45	Kebon Agung	1,96	1,062	Tidak Ada <i>Trend</i>
46	Keputih	1,96	0,441	Tidak Ada <i>Trend</i>
47	Larangan	1,96	1,709	Terjadi <i>Trend</i>



## C.2 Hasil Uji Rank Sum

No.	Nama Stasiun	Nilai Kritis	Nilai  Z	Hasil
1	Cakarayam	1,96	-2,768	Terjadi Perbedaan
2	Gedeg	1,96	-0,649	Tidak Terjadi Perbedaan
3	Janjing	1,96	-1,534	Tidak Terjadi Perbedaan
4	Ketangi	1,96	2,320	Terjadi Perbedaan
5	Klengen	1,96	-0,237	Tidak Terjadi Perbedaan
6	Mojosari	1,96	-0,585	Tidak Terjadi Perbedaan
7	Pacet	1,96	2,154	Terjadi Perbedaan
8	Pandan	1,96	-0,769	Tidak Terjadi Perbedaan
9	Pandansili	1,96	0,462	Tidak Terjadi Perbedaan
10	Pasinan	1,96	0,615	Tidak Terjadi Perbedaan
11	Pudaksari	1,96	-0,775	Tidak Terjadi Perbedaan
12	Pugeran	1,96	-0,136	Tidak Terjadi Perbedaan
13	Sambiroto	1,96	0,872	Tidak Terjadi Perbedaan
14	Tangunan	1,96	1,590	Tidak Terjadi Perbedaan
15	Trawas	1,96	0,769	Tidak Terjadi Perbedaan
16	Trowulan	1,96	-1,231	Tidak Terjadi Perbedaan
17	Bono	1,96	-1,008	Tidak Terjadi Perbedaan
18	Bakalan	1,96	2,057	Terjadi Perbedaan
19	Botokan	1,96	-0,565	Tidak Terjadi Perbedaan
20	Budung Bulus	1,96	0,979	Tidak Terjadi Perbedaan
21	Cipiples	1,96	-0,526	Tidak Terjadi Perbedaan
22	Durung Bedug	1,96	-0,844	Tidak Terjadi Perbedaan
23	Gedang Rowo	1,96	-1,355	Tidak Terjadi Perbedaan
24	Karang Nongko	1,96	-2,389	Terjadi Perbedaan
25	Kedung Cangkring	1,96	-1,614	Tidak Terjadi Perbedaan
26	Kedung Ploso	1,96	1,352	Tidak Terjadi Perbedaan
27	Kemlaten	1,96	0,860	Tidak Terjadi Perbedaan
28	Ketawang	1,96	1,319	Tidak Terjadi Perbedaan
29	Ketengan	1,96	-0,347	Tidak Terjadi Perbedaan
30	Ketintang	1,96	1,139	Tidak Terjadi Perbedaan
31	Klagen	1,96	0,336	Tidak Terjadi Perbedaan
32	Kludan	1,96	2,352	Terjadi Perbedaan
33	Krembung	1,96	0,332	Tidak Terjadi Perbedaan
34	Krian	1,96	0,565	Tidak Terjadi Perbedaan
35	Ponokawan	1,96	0,483	Tidak Terjadi Perbedaan
36	Porong	1,96	0,320	Tidak Terjadi Perbedaan
37	Prambon	1,96	-0,762	Tidak Terjadi Perbedaan
38	Putat	1,96	-0,320	Tidak Terjadi Perbedaan

39	Sedati	1,96	-2,469	Terjadi Perbedaan
40	Sidoarjo	1,96	0,931	Tidak Terjadi Perbedaan
41	Sruti	1,96	-2,007	Terjadi Perbedaan
42	Sumpat	1,96	-0,801	Tidak Terjadi Perbedaan
43	Gubeng	1,96	-0,200	Tidak Terjadi Perbedaan
44	Gunungsari	1,96	-0,024	Tidak Terjadi Perbedaan
45	Kebon Agung	1,96	-0,505	Tidak Terjadi Perbedaan
46	Keputih	1,96	-1,333	Tidak Terjadi Perbedaan
47	Larangan	1,96	-0,552	Tidak Terjadi Perbedaan



C.3 Hasil Uji *Median Crossing*

No.	Nama Stasiun	Nilai Kritis	Nilai  Z	Hasil
1	Cakarayam	1,96	2,874	Data Tidak Dari Proses Acak
2	Gedeg	1,96	0,845	Data Berasal Dari Proses Acak
3	Janjing	1,96	1,183	Data Berasal Dari Proses Acak
4	Ketangi	1,96	0,192	Data Berasal Dari Proses Acak
5	Klengen	1,96	0,507	Data Berasal Dari Proses Acak
6	Mojosari	1,96	1,521	Data Berasal Dari Proses Acak
7	Pacet	1,96	1,800	Data Tidak Dari Proses Acak
8	Pandan	1,96	0,600	Data Berasal Dari Proses Acak
9	Pandansili	1,96	1,800	Data Tidak Dari Proses Acak
10	Pasinan	1,96	1,000	Data Berasal Dari Proses Acak
11	Pudaksari	1,96	0,507	Data Berasal Dari Proses Acak
12	Pugeran	1,96	0,408	Data Berasal Dari Proses Acak
13	Sambiroto	1,96	1,000	Data Berasal Dari Proses Acak
14	Tangunan	1,96	1,400	Data Berasal Dari Proses Acak
15	Trawas	1,96	0,600	Data Berasal Dari Proses Acak
16	Trowulan	1,96	1,000	Data Berasal Dari Proses Acak
17	Bono	1,96	0,674	Data Berasal Dari Proses Acak
18	Bakalan	1,96	0,944	Data Berasal Dari Proses Acak
19	Botokan	1,96	0,944	Data Berasal Dari Proses Acak
20	Budung Bulus	1,96	1,021	Data Berasal Dari Proses Acak
21	Cipiples	1,96	1,021	Data Berasal Dari Proses Acak
22	Durung Bedug	1,96	0,944	Data Berasal Dari Proses Acak
23	Gedang Rowo	1,96	0,544	Data Berasal Dari Proses Acak
24	Karang Nongko	1,96	0,845	Data Berasal Dari Proses Acak
25	Kedung Cangkring	1,96	1,214	Data Berasal Dari Proses Acak
26	Kedung Ploso	1,96	0,674	Data Berasal Dari Proses Acak
27	Kemlaten	1,96	1,483	Data Berasal Dari Proses Acak
28	Ketawang	1,96	0,944	Data Berasal Dari Proses Acak
29	Ketengan	1,96	0,343	Data Berasal Dari Proses Acak
30	Ketintang	1,96	0,135	Data Berasal Dari Proses Acak
31	Klagen	1,96	1,483	Data Berasal Dari Proses Acak
32	Kludan	1,96	0,000	Data Berasal Dari Proses Acak
33	Krembung	1,96	1,521	Data Berasal Dari Proses Acak
34	Krian	1,96	0,405	Data Berasal Dari Proses Acak
35	Ponokawan	1,96	0,405	Data Berasal Dari Proses Acak
36	Porong	1,96	0,135	Data Berasal Dari Proses Acak
37	Prambon	1,96	0,405	Data Berasal Dari Proses Acak
38	Putat	1,96	0,180	Data Berasal Dari Proses Acak

39	Sedati	1,96	0,180	Data Berasal Dari Proses Acak
40	Sidoarjo	1,96	2,143	Data Tidak Dari Proses Acak
41	Sruni	1,96	0,135	Data Berasal Dari Proses Acak
42	Sumput	1,96	0,392	Data Berasal Dari Proses Acak
43	Gubeng	1,96	1,982	Data Tidak Dari Proses Acak
44	Gunungsari	1,96	0,392	Data Berasal Dari Proses Acak
45	Kebon Agung	1,96	0,457	Data Berasal Dari Proses Acak
46	Keputih	1,96	0,200	Data Berasal Dari Proses Acak
47	Larangan	1,96	0,762	Data Berasal Dari Proses Acak

