

**ANALISIS PERUBAHAN IKLIM KOTA MAKASSAR MENGGUNAKAN  
*TREND ANALYSIS MANN-KENDALL***

**MIFTAH AL ANSHARI**

**G041 17 1518**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**ANALISIS PERUBAHAN IKLIM KOTA MAKASSAR MENGGUNAKAN  
*TREND ANALYSIS MANN-KENDALL***

**MIFTAH AL ANSHARI  
G041 17 1518**



Skripsi

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknologi Pertanian

Pada

Departemen Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS PERUBAHAN IKLIM KOTA MAKASSAR MENGGUNAKAN *TREND ANALYSIS MANN-KENDALL*

Disusun dan diajukan oleh

**MIFTAH AL ANSHARI**

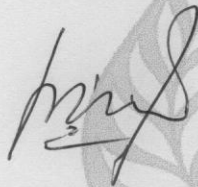
**G041 17 1518**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping

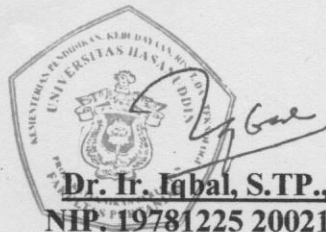


**Samsuar, S.TP., M.Si.**  
NIP. 19850709 201504 1 001



**Prof. DR. Ir. Salengke, M.Sc.**  
NIP. 19631231 198811 1 005

Ketua Program Studi



**Dr. Ir. Iqbal, S.TP., M.Si.**  
NIP. 19781225 200212 1 001



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Miftah Al Anshari  
NIM : G041 17 1518  
Program Studi : Teknik Pertanian  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Analisis Perubahan Iklim Kota Makassar menggunakan *Trend Analysis Mann-Kendall* adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini membuktikan bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 09 Juli 2021

Yang Menyatakan



(Miftah Al Anshari)

## ABSTRAK

MIFTAH AL ANSHARI (G041 17 1518). Analisis Perubahan Iklim Kota Makassar menggunakan *Trend Analysis Mann-Kendall*. Pembimbing: SAMSUAR dan SALENGKE.

Berdasarkan pada aspek geografi, Indonesia terletak pada garis khatulistiwa antara 6 LU sampai 11 LS dan 95 BT sampai 141 BT, hal ini menyebabkan musim yang terdapat di Indonesia hanya dua yaitu musim kemarau dan musim hujan. Akibat dari pemanasan global, perubahan cuaca dan iklim secara ekstrim sering terjadi, hal tersebut dapat mempengaruhi kondisi lingkungan yang pada akhirnya akan berakibat pada beberapa aspek kehidupan atau aktifitas manusia. Faktor pengubah iklim antara lain; suhu, curah hujan, kecepatan angin, intensitas radiasi matahari dan kelembaban (RH). Penelitian ini didasarkan pada bentuk analisis perubahan iklim untuk mengetahui kecenderungan perubahan iklim terhadap suatu daerah. Adapun dalam penelitian ini dilakukan dengan metode *trend analysis Mann-Kendall* dan pendekatan fungsi polynomial orde 5 untuk melihat terjadinya pergeseran bulan hujan dalam kurung waktu 30 tahun (1990-2019). Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu terdapat beberapa faktor iklim yang menunjukkan perubahan yang signifikan antara lain; pada faktor kecepatan angin dan intensitas matahari menunjukkan signifikan turun, sedangkan pada faktor suhu menunjukkan signifikan naik. Adapun faktor yang tidak menunjukkan adanya perubahan yang signifikan antara lain; Curah hujan dan kelembaban (RH). Analisis pergeseran bulan hujan selama 30 tahun dengan polinomial diperoleh nilai rata-rata awal musim kering pada hari ke 135 dan awal musim hujan pada hari ke-304, dimana panjang rata-rata musim kering 169 hari (Mei-Oktober), analisis terhadap pergeseran bulan ini dijabarkan dalam grafik dengan *trendline* yang menunjukkan bahwa tidak ada perubahan signifikan pada awal musim kering dan awal musim hujan, serta panjang musim kering selama 30 tahun tidak berubah nyata (konstan).

**Kata Kunci:** Curah Hujan, Uji *Mann-Kendall*, Analisis *Trend*, Polinomial.

## ***ABSTRACT***

MIFTAH AL ANSHARI (G041 17 1518). “Climate Change Analysis Makassar City Using *Mann-Kendall* Trend Analysis” Supervisors: SAMSUAR and SALENGKE

Based on geographical aspects, Indonesia is located on the equator between 6 N and 11 South Latitude and 95 East Longitude to 141 East Longitude, this causes only two seasons in Indonesia, dry season and wet season. As a result of global warming, extreme changes in weather and climate often occur, it can affect environmental conditions which in turn will affect several aspects of human life or activities. Climate change factors, among others; temperature, rainfall, wind speed, sun radiation intensity, and humidity (RH). This research is based on a form of climate change analysis to determine the trend of climate change in an area. The research was conducted using the Mann-Kendall trend analysis method and polynomial function approach to see the occurrence of a shift in the month within 30 years (1990-2019). The results obtained in this study are that there are several factors that indicate significant changes, among others; There is a significant decrease in wind speed and sun intensity, while a significant increase in the maximum and minimum factors and the average temperature. The factors that do not show a significant change include; Rainfall and humidity (RH). Analysis of the shift of the rainy month for 30 years with polynomials obtained by the average value of the early of the dry season on the 135th day and the early of the rainy season on the 304th day, where the average length of the dry season is 169 days (May-October), This analysis of the shifting of months is described in a graph with a trendline which shows that there is no significant change at the early of the dry season and the early of the rainy season, and the length of the dry season for 30 years does not change significantly (constant).

***Keywords:*** *Rainfall, Mann-Kendal Test, Trend Analysis, polynomial.*

## PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT., karena atas rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dengan selesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan doa-doa serta semangat oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ayahanda **Anshar Umar** dan Ibunda **Siti Hartini** atas setiap doa tulus yang senantiasa dipanjatkan baik dalam sehat maupun sakit, nasehat, motivasi serta dukungan dan pengorbanan keringat yang diberikan kepada penulis mulai dari kecil hingga besar bahkan sampai kepada tahap ini.
2. **Samsuar S.TP., M.Si.** dan **Prof. DR. Ir. Salengke, M.Sc.** selaku dosen pembimbing yang meluangkan banyak waktunya untuk memberikan bimbingan, saran, kritikan, petunjuk, dan segala arahan yang telah diberikan dari tahap penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi selesai.
3. **Pak Samsuar S.TP., M.Si.** yang juga selaku dosen pembimbing akademik dan **Dosen-dosen Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian** yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan serta pengalaman selama proses perkuliahan mulai dari semester awal hingga akhir.
4. **Amin Rais, Asfar liaksa Harun, Muh. Rum Juanda, Zainal Abidin, Zubair, Iman Ais, Muh. Akram** sahabat **PETANI'17** yang telah seperti saudara kandung penulis yang selalu menemani dalam keadaan apapun, selalu memberi semangat dan juga dorongan, menjadi canda yang menenangkan penulis saat menghadapi masa-masa sulit dalam perkuliahan.
5. **Teman-teman Tekpert 2017** sebagai teman angkatan yang selalu mendukung dan membantu penulis sejak awal masuk kampus. Banyak kenangan yang telah teruntai, menjadikan **Teman-teman Tekpert 2017** seperti keluarga kedua bagi penulis.

Semoga segala kebaikan mereka akan berbalik ke mereka sendiri dan semoga Allah SWT. senantiasa membalas segala kebaikan mereka dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda. Aamiin.

Makassar, 09 Juni 2021

Miftah Al Anshari

## RIWAYAT HIDUP



**Miftah Al Anshari** lahir di Malili pada tanggal 10 Mei 1999, anak bungsu dari empat bersaudara pasangan bapak Anshar Umar dan Ibu Siti Hartini. Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. Memulai pendidikan di SDi Panggentungan Utara, pada tahun 2005 sampai tahun 2011.
2. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah pertama di SMP Negeri 1 Mori Utara Satap pada tahun 2011 sampai tahun 2014.
3. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah atas di SMA Negeri 1 Gowa (SALIS), pada tahun 2014 sampai tahun 2017.
4. Melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian pada tahun 2017 sampai tahun 2021.

Selama menempuh pendidikan di dunia perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi kampus yaitu sebagai pengurus di Lembaga Dakwah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin (LDF Surau Firdus) periode 2018/2019. Selain itu, penulis juga aktif menjadi asisten praktikum di bawah naungan *Agricultural Engineering Study Club* (AESC).



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK .....	v
PERSANTUNAN .....	vii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1. Iklim .....	3
2.2. Data .....	4
2.3. Analisis <i>Trend</i> .....	5
2.3.1. <i>Mann-Kendall Test</i> .....	5
2.3.2. Uji Statistik <i>Trend</i> .....	6
2.4. Pendekatan Polinomial .....	7
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	9
3.1. Waktu dan Tempat .....	9
3.2. Alat .....	9
3.3. Objek Penelitian .....	9
3.4. Studi Area.....	9
3.5. Prosedur Penelitian.....	10
3.6. Bagan Alir Penelitian .....	13
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
5. PENUTUP.....	21
KESIMPULAN.....	21
DAFTAR PUSTAKA .....	22
LAMPIRAN .....	25

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3-1. Wilayah administrasi Makassar .....	9
Gambar 3-2. Diagram alir Mann-Kendall dan Pendekatan Polinomial .....	13
Gambar 4-1. Grafik <i>trend</i> curah hujan kumulatif dan Julian day's tahun 1990. ...	16
Gambar 4-2. Grafik <i>trend</i> curah hujan kumulatif dan Julian day's tahun 1999. ...	16
Gambar 4-3. Grafik <i>trend</i> curah hujan kumulatif dan Julian day's tahun 2009. ...	16
Gambar 4-4. Grafik <i>trend</i> curah hujan kumulatif dan Julian day's tahun 2019. ...	17
Gambar 4-5. Grafik musim kering dan musim hujan. ....	17
Gambar 4-6. Grafik panjang musim kemarau ( <i>dry season</i> ) selama 30 tahun. ....	17
Gambar 4-7. Perbandingan data BMKG dan NASA tahun 2013. ....	17

## DAFTAR TABEL

Tabel 4-1. Hasil analisis <i>Mann-Kendall test</i> terhadap faktor-faktor pengubah iklim selama 30 tahun (1990-2019).....	14
Tabel 4-2. Nilai rata-rata <i>trend</i> pada faktor-faktor pengubah iklim.....	14
Tabel 4-3. Pendekatan Polinomial terhadap Curah hujan. ....	17
Tabel 4-4. Perhitungan musim kering dan musim hujan. ....	19

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Grafik Curah hujan .....	25
Lampiran 2. Grafik perbandingan suhu dan radiasi matahari .....	33
Lampiran 3. Grafik perbandingan kelembaban dan kecepatan angin .....	34

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Ditinjau dari aspek geografi Indonesia terletak pada lintasan garis khatulistiwa antara 6 LU sampai 11 LS dan 95 BT sampai 141 BT, hal ini menyebabkan musim yang terdapat di Indonesia hanya dua yaitu musim kemarau dan musim hujan. Akibat dari pemanasan global, perubahan cuaca dan iklim secara ekstrim sering terjadi, hal tersebut dapat mempengaruhi kondisi lingkungan yang pada akhirnya akan berakibat pada beberapa aspek kehidupan atau aktifitas manusia. Oleh karena itu, perlu dilakukan peninjauan terhadap faktor pengubah cuaca dan iklim, berdasarkan pada ciri-ciri fisisnya, aspek geografi, aspek topografi dan orografi, serta aspek orientasi wilayah.

Menurut Amaluddin, *et al.* (2014) kenaikan suhu rata-rata sejak tahun 1990 sebesar 0.33%, sedangkan kenaikan suhu global lebih dari 2% dapat meningkatkan frekuensi dan intensitas terjadinya iklim ekstrim, hal ini menyebabkan musim hujan datang lebih lambat, singkat namun lebih intensif sehingga meningkatkan resiko terjadinya fenomena banjir, kebakaran hutan dan longsor akibat erosi.

Faktor dan unsur iklim mencakup antara lain; hujan, evaporasi, kecepatan angin, kelembaban udara, suhu dan konsentrasi CO<sub>2</sub>, serta intensitas radiasi matahari kepermukaan bumi, oleh karena itu perubahan iklim dapat diidentifikasi dengan menganalisis unsur-unsur tersebut dengan meninjau kejadian berdasarkan pada faktor deret waktu (*time series analysis*) terhadap unsur-unsur tersebut.

Hal yang menjadi titik fokus dalam penelitian ini yaitu menganalisis perubahan iklim yang terjadi di daerah Makassar dengan mengacu pada perbandingan antara curah hujan dan faktor pengubah iklim lainnya seperti; kecepatan angin, intensitas radiasi, kelembaban dan temperatur serta melihat kemungkinan terjadinya pergeseran bulan hujan dengan melakukan pendekatan analisis polinomial orde 5 berdasarkan pada sampel data disalah satu titik atau stasiun hujan yang ada di Makassar. Analisis perubahan iklim yang dilakukan menggunakan *trend analysis Mann-Kendall*. *Mann-Kendall test* telah menjadi *trend* analisis statistik yang sering digunakan dalam menganalisis signifikan *trend* pada data hidroklimatologi yang menggunakan faktor deret waktu (*time series*).



Analisis terhadap faktor pengubah iklim sangat penting untuk dilakukan guna mengetahui dampak dari perubahan iklim dan bentuk antisipasi terhadap perubahan iklim sebagaimana penelitian yang telah dilakukan oleh Miftahuddin (2016) dan sebagaimana pendapat dari WMO (*World Meteorology Organisation*) (2007) bahwa perhitungan klimatologi memiliki dua hal utama, yaitu; (1) digunakan sebagai patokan untuk pembandingan observasi individu terhadap iklim baik saat ini maupun dimasa lampau guna membangun dataset iklim yang berbasis anomali dan (2) secara eksplisit dan implisit digunakan sebagai prediksi atas nilai yang paling mungkin terjadi di suatu wilayah tertentu.

Berdasarkan uraian diatas, dilakukan penelitian Studi Analisis terhadap Perubahan Iklim menggunakan *trend analysis Mann-Kendall* agar diketahui kecenderungan terhadap perubahan iklim dengan melihat korelasi antara deret waktu (*time series*) dan faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan iklim seperti curah hujan, suhu, kelembaban, kecepatan angin dan intensitas matahari di kota Makassar.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kecenderungan perubahan iklim pada daerah Kota Makassar dengan menggunakan metode *trend analysis Mann-Kendall* dan mengetahui pola perubahan musim dengan pendekatan polinomial orde 5. Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah menjadi dasar informasi dalam penentuan kecenderungan hujan atau perubahan iklim dalam kurung waktu 30 (1990-2019) tahun terakhir sehingga dapat dijadikan sumber informasi hidrometeorologi dalam perencanaan pembangunan yang efektif, manajemen sumber daya air, faktor pembandingan dalam menentukan musim kering atau hujan, erodibilitas dan lain-lain.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Iklim

Iklim mengandung arti berupa kebiasaan cuaca yang terjadi pada suatu tempat atau daerah dengan periode waktu yang panjang tidak tentu. Setiap daerah memiliki iklim yang berbeda-beda, hal ini dikarenakan sebaran cahaya matahari pada permukaan bumi tidak seragam atau merata dan juga dipengaruhi oleh topografi (Wirjohamidjojo dan Yunus, 2010).

Iklim bumi telah berubah seiring dengan berjalannya waktu, perubahan tersebut dapat dilihat dengan meninjau variasi hujan dan suhu yang terjadi. Dampak dari perubahan iklim salahsatunya perubahan pola hujan. Perubahan ini dapat mempengaruhi siklus hidrologi dan pola aliran sungai serta kebutuhan aktivitas manusia (khususnya pertanian) yang memerlukan tinjauan desain hidrologi dan praktek manajemen (Anie dan Brema, 2018).

Perubahan iklim dapat mempengaruhi pola curah hujan dan setiap perubahan pola curah hujan akan berdampak pada aliran sungai. Hal tersebut menjadi faktor penting dalam menentukan jumlah air yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan, seperti pertanian, industri, pembangkit listrik, peternakan dan pasokan air rumah tangga yang secara menyeluruh dapat mempengaruhi perekonomian (Anie dan Brema, 2018).

Menurut Miftahuddin (2016), faktor-faktor yang mempegaruhi iklim antara lain;

#### a. Suhu udara

Suhu merupakan derajat panas atau dingin yang diukur berdasarkan pada skala tertentu.

#### b. Tekanan udara

Tekanan udara merupakan udara persatuan luas di atas titik yang menunjukkan tekanan atmosfer (atm) pada titik tersebut. Tekanan atmosfer berubah sesuai dengan kondisi lingkungan, tempat dan waktu.

#### c. Kelembaban udara

Kelembaban udara merupakan banyaknya uap atau partikel air yang terkandung di udara. Kelembaban dibedakan menjadi tiga yaitu; (1) kelembaban

mutlak dimana massa uap air yang berada dalam satu satuan udara ( $\text{gram/m}^3$ ), (2) kelembaban spesifik merupakan perbandingan antara massa uap air dengan satuan massa udara ( $\text{gram/kg}$ ) dan (3) kelembaban relative merupakan perbandingan jumlah uap air di udara dengan jumlah maksimum uap air yang terkandung dalam udara pada temperatur tertentu yang dinyatakan dalam persen (%).

#### d. Angin

Angin merupakan perpindahan udara atau pergerakan udara yang terjadi akibat adanya perbedaan tekanan pada suatu tempat. Massa udara dalam ukuran yang sangat besar memiliki sifat fisik (temperatur dan kelembaban) seragam.

#### e. Curah Hujan

Hujan merupakan salahsatu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari awan yang berada di atmosfer. Proses hujan dapat terjadi jika terdapat kondensasi. Jumlah curah hujan dicatat dalam inci atau milimeter. Jumlah curah hujan 1 mm menunjukkan tinggi air hujan yang menutupi permukaan 1 mm, jika air hujan tersebut tidak mengalami infiltrasi ataupun evaporasi.

## 2.2. Data

Data merupakan hal penting yang digunakan sebagai pendeteksi terhadap kecenderungan atau perubahan lain dari proses hidrologi. Aspek pada data yang perlu diperhatikan sebelum menggunakan data yaitu, kualitas data, kelengkapan data dan rentang waktu yang panjang (kontinyu). Hal tersebut dimaksudkan agar diperoleh hasil yang sesuai harapan. Data yang tidak lengkap dan memiliki rentang waktu yang pendek cenderung menghasilkan kesimpulan yang menyimpang atau bias, oleh karenanya data harus bersifat kontinyu dan lengkap sehingga hasil yang diperoleh memiliki keakuratan yang tinggi. Data yang digunakan setidaknya memiliki frekuensi yang sama dalam hal ini; harian, bulanan dan tahunan (Diniardi, *et al.*, 2001).

Menurut Daniardi, *et al.* (2001), terdapat empat tahap dalam proses analisis kecenderungan data berdasarkan rentang waktu antara lain:

- a. Persipan data,
- b. Eksplorasi data dalam berbagai bentuk penyajian data,
- c. Analisis data secara statistik dan
- d. Pengambilan kesimpulan terhadap data.

Pada penelitian ini data yang digunakan memiliki rentang waktu (*time series*) 30 tahun (1989-2019), hal ini didasarkan pada perhitungan normal konsep standar klimatologi yang ditetapkan pada saat konferensi Komite Meteorologi Internasional di Warsaw, yang merekomendasikan tahun 1901-1930 sebagai standar internasional dalam perhitungan normal. Perhitungan normal klimatologi hanya valid apabila tidak terjadi kehilangan data lebih dari 2 tahun berturut-turut dan data setidaknya tersedia selama 25-30 tahun (WMO, 2007).

### **2.3. Analisis Trend**

Analisis *trend* telah terbukti menjadi alat yang berguna untuk perencanaan sumber daya air, desain dan manajemen yang efektif sejak *trend* faktor hidrologi seperti aliran sungai dan curah hujan dapat menjadi faktor ukur untuk melihat kecenderungan perubahan yang akan terjadi dalam deret waktu yang akan datang (Hu, *et al.*, 2016).

#### **2.3.1. Uji Mann-Kendall**

*Trend analysis Mann-Kendall* merupakan metode statistik yang banyak digunakan untuk melihat kecenderungan data curah hujan menggunakan hipotesis nol ( $H_0$ ) yang menandakan tidak adanya *trend* dan Hipotesis alternatif ( $H_a$ ) yang menandakan adanya *trend* berupa naik atau turun monotonik data berdasarkan pada deret waktu tertentu (Husain, *et al.*, 2015).

*Mann-Kendall* merupakan *test* non-parametrik yang telah umum digunakan untuk menilai signifikan *trend* dalam deret waktu hidro-meteorologi seperti menilai kualitas air, aliran sungai, suhu dan presipitasi. Alasan utama dalam penggunaan non-parametrik *test* lebih baik daripada parametrik *test* dalam menilai signifikan *trend* yaitu uji statistik non-parametrik lebih cocok untuk data yang tidak terdistribusi normal dan data yang hilang, yang umumnya sering ditemui dalam deret waktu (*time series*) hidro-meteorologi. *Mann-Kendall test* bergantung pada tingkat signifikan yang telah ditetapkan, besaran *trend*, ukuran atau besaran sampel, dan jumlah varian dalam kurung deret waktu. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar besaran dari *trend* maka semakin kuat hasil dari *test* begitu pula semakin besar ukuran dan jumlah sampel maka semakin kuat hasil dari *test* (Yue, *et al.*, 2002).

*Mann-Kendal test* digunakan untuk mengevaluasi data dengan meninjau ada

atau tidaknya kecenderungan pada data dengan deret waktu hidrologi. Metode ini membandingkan tingkat relatif dari nilai data terhadap waktunya. Metode non-parametrik ini dianggap paling sesuai untuk menganalisis perubahan iklim atau mendeteksi kontinuitas iklim (Diniardi, *et al.*, 2001).

Menurut Novotny dan Stevan (2007), *Mann-Kendal test* sering digunakan sebagai *trend* analisis karena beberapa faktor, antara lain:

- a. *Mann-Kendal-test* merupakan *trend* analisis yang berbasis peringkat, hal ini menjadikan analisis *trend* untuk data yang tidak terdistribusi normal memiliki hasil atau kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *trend* analisis parametrik seperti T-test. Sehingga *Mann-Kendal test* lebih cocok untuk analisis dengan data yang tidak terdistribusi normal yang sering ditemui dalam rekap hidrologis.
- b. *Mann-Kendal test* memberikan hasil yang dimana hasil tersebut dapat menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata dalam hal praktik, dibandingkan dengan *test* non parametrik lainnya
- c. *Mann-Kendal test* telah sering digunakan dalam penelitian dan studi hidrologi.

*Mann-Kendal test* didasari pada hipotesis nol ( $H_0$ ) yang menunjukkan bahwa sampel data merupakan data independen dan terdistribusi normal artinya kecenderungan data tidak memiliki *trend* atau terkorelasi diantara titik-titik data, sedangkan hopotesis alternatif ( $H_a$ ) menunjukkan adanya *trend* dalam data yang berarti sampel data tidak terdistribusi normal (Novotny dan Stevan, 2007).

### 2.3.2. Uji Statistik *Trend*

Untuk memastikan adanya *trend* yang signifikan secara statistik pada faktor iklim hidrologi dilakukan pendekatan parametrik dan non-parametrik. *Mann-Kendall* merupakan uji *trend* non-parametrik yang memberikan *trend* positif atau negative untuk tingkat dengan rentang waktu tertentu (Hussain, *et al.*, 2015).

Menurut Hussain *et al.* (2015), nilai statistik (S) positif atau negatif menunjukkan naik atau turun *trend*. Secara statistik nilai signifikan *trend* dinilai menggunakan nilai Z. Nilai S dirumuskan sebagai berikut:

$$S = \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \text{sign}(x_j - x_i) \quad (1)$$

dimana  $x_j$  dan  $x_i$  merupakan nilai tahunan dari tahun j dan tahun I, untuk  $j > i$ . N



merupakan jumlah data, sedangkan  $(x_j - x_i)$  dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{sign}(x_j - x_i) = \begin{cases} 1 & x_j - x_i > 0 \\ 0 & \text{jika } x_j - x_i = 0 \\ -1 & x_j - x_i < 0 \end{cases} \quad (2)$$

pada kasus dimana nilai  $n > 10$ , maka *test* menggunakan distribusi normal dengan rata-rata dan varian yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (3)$$

Menurut Mondal *et al.* (2012), pada pengujian standar distribusi normal dengan *trend Mann-Kendall* dirumuskan sebagai berikut:

$H_0$ :  $Z = \text{normal}$  (tidak terdapat kecenderungan).

$H_a$ :  $Z = \text{tidak normal}$  (terdapat kecenderungan).

$$Z_c = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S > 0 \\ 0 & \text{jika } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Nilai  $Z_c$  merupakan pengukur signifikan dari *test*. Dimana nilai uji menggunakan hipotesis  $H_0$ . Jika  $Z_c > Z_{\alpha/2}$  dengan signifikan atau  $\alpha = 5\%$ ,  $Z_{0.025} = 1.96$  maka hipotesis  $H_0$  ditolak (Chinchorkar, *et al.*, 2015).

Menurut Hussain, *et al.* (2015) bahwa dalam uji dua sisi (two-tailed) digunakan pada empat tingkat signifikan yang berbeda, antaranya;  $\alpha = 0.1, 0.5, 0.01$  dan  $0.001$ . Tingkat signifikan  $0.001$  menunjukkan adanya kemungkinan (probabilitas)  $0.1\%$  kesalahan dari nilai distribusi acak pada saat menolak  $H_0$ , yang berarti tingkat signifikan menunjukkan adanya *trend* monotonik yang sangat tinggi. Artinya setiap signifikan level menunjukkan besarnya kesalahan yang mungkin terjadi pada saat penolakan null-hipotesis ( $H_0$ ).

#### 2.4. Pendekatan Polinomial

Dalam penentuan pola musim dilakukan dengan pendekatan polynomial, hal ini dikarenakan fungsi polynomial menggunakan pendekatan yang bersifat kontinyu dan seragam. Fungsi polynomial dilakukan dengan melihat kedekatan pola hujan harian dalam setiap tahun, Adapun dalam penentuan musim menurut BMKG

dilakukan dengan menggunakan gradien curah hujan (*slope*) 50 mm per dasarian (10 hari) yang diikuti 50 mm tiga dasarian berikutnya (Irsyad, *et al.*, 2014).

Akumulasi terhadap curah hujan harian setiap hari hingga akhir tahunnya akan menunjukkan pola fungsi polinomial, kemudian fungsi kumulatif dihitung berdasarkan *Julian day's* untuk melihat pola hujan selama setahun (hari ke-1 sampai dengan 365 atau 366 hari). Adapun pendekatan fungsi tersebut dijabarkan sebagai berikut;

$$Y = f(x) = a_5x^5 + a_4x^4 + a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + C \quad (5)$$

Adapun untuk melihat awalan musim hujan dan musim kering dapat dilakukan dengan melihat pendekatan pola hujan terhadap turunan pertama ( $f'(x)$ ) dari fungsi polinomial. Dimana nilai fungsi  $f'(x) < slope$  (dengan nilai  $f'(x) < -1$ ) dikatakan sebagai awalan dari musim kering, namun sebaliknya apabila nilai fungsi  $f'(x) > slope$  (dengan nilai  $f'(x) > 1$ ) dikatakan sebagai awal dari musim hujan. Fungsi  $f'(x)$  dan *slope* dirumuskan sebagai berikut;

$$Y = f'(x) = 5a_5x^4 + 4a_4x^3 + 3a_3x^2 + 2a_2x + a_1 \quad (6)$$

$$S = \frac{\sum(x - x') - (x - y')}{\sum(x - x')^2} \quad (7)$$

nilai *slope* dapat dihitung dengan fungsi excel *SLOPE (known\_y's, known\_x's)*, dengan nilai *known\_x's* sebagai *Julian day's* dan nilai *known\_y's* merupakan fungsi polinomial. Sedangkan untuk menghitung awalan musim dengan fungsi *MATCH (lookup\_value, lookup\_array, [match\_type])*. Adapun untuk menentukan puncak dari musim kering dilakukan dengan pendekatan turunan kedua fungsi polinomial ( $f''(x)$ ) dengan menentukan nilai ekstrim atau tertinggi pada fungsi, yang dirumuskan sebagai berikut;

$$Y = f''(x) = 5 \cdot 4a_5x^3 + 4 \cdot 3a_4x^2 + 3 \cdot 2a_3x + 2a_2 \quad (8)$$

dimana apabila nilai fungsi mendekati atau sama dengan nol ( $f''(x) \sim 0$ ) dikatakan sebagai puncak dari musim kering. Puncak dari musim kering dapat dihitung dengan fungsi excel *MATCH (lookup\_value, lookup\_array, [match\_type])* (Irsyad, *et al.*, 2014).