**BAB I**

**PENDAHULUAN**

1. **Latar Belakang**

Analisis kecenderungan merupakan gerak kekontinuan data jangka waktu tertentu dan stabil. Dimana gerakannya memiliki kecenderungan satu arah yaitu arah naik atau arah turun. Analisis kecenderungan bertujuan untuk melihat perubahan pada data apakah mengalami kecenderungan meningkat, kecenderungan menurun, dan tidak mengalami kecenderungan (Pilon dkk, 2000).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam menilai berbagai macam tipe perubahan atau kecenderungan data deret waktu yaitu uji parametrik dan uji nonparametrik. Pengujian kecenderungan dalam uji parametrik meliputi regresi linier dan uji regeresi robust lainnya. Dan pengujian kecenderungan dalam uji nonparametrik meliputi uji *Spearman’s rho* dan uji *Mann Kendall*. Dalam penelitian ini, penulis akan menggunakan uji nonparametrik yaitu uji *Mann Kendall*. Uji *Mann Kendall* banyak digunakan untuk menilai signifikansi kecenderungan pada data deret waktu yang menyimpang secara signifikan dari distribusi normal seperti suhu, curah hujan, kualitas air, dan aliran sungai seperti Kampata, Parida & Moalafhi pada tahun 2008 dalam penelitiannya terhadap hujan pada hulu sungai Zambesi di Zambai serta Miller dan Piechota pada tahun 2008 dalam penelitiannya pada peubah hidroklimat di sungai Colorado (Hamed, 2007).

Meskipun ada metode nonparametrik lain seperti uji *Sprearman’s rho*, uji *Mann Kendall* dianggap paling sesuai untuk memganilisis perubahan iklim atau mendeteksi diskontinuitas iklim (Chrysoulaki, Proedrou & Cartalis, 2001). Kelebihan uji *Mann Kendall* yaitu uji kecenderungan yang sederhana dan dapat digunakan untuk menganalisis signifikansi untuk semua kecenderungan secara statistik.

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan kota Makassar. Hujan merupakan fenomena alam yang sangat penting keberadaannya bagi keberlangsungan mahluk hidup di bumi ini. Dalam jumlah yang cukup dan terkendali, hujan merupakan rahmat Tuhan yang tidak terhingga manfaatnya. Sebaliknya hujan akan membawa bencana jika jumlah dan sebarannya tidak terkendali. Hujan merupakan fenomena alam yang sulit dimodifikasi atau dikendalikan. Di Indonesia pada umumnya hujan terjadi pada bulan oktober hingga bulan maret, namun di Makassar beberapa tahun belakangan ini tidak sesuai dengan prediksi musim hujan pada umumnya. Perubahan iklim curah hujan mempunyai dampak negatif pada berbagai sektor kehidupan. Dampak tersebut dirasakan akibat terjadinya peningkatan intensitas curah hujan dan bergesernya musim hujan. Curah hujan merupakan unsur utama iklim yang sering diamati dibandingkan dengan unsur iklim lainnya.

1. **Rumusan Masalah**

Perubahan iklim global merupakan salah satu isu lingkungan penting dunia akhir-akhir ini. Hal ini disebabkan perubahan iklim global memberikan dampak negatif pada berbagai sektor kehidupan. Dampak yang dirasakan karena adanya perubahan iklim antara lain terjadinya peningkatan intensitas curah hujan dan bergesernya musim hujan. Dua unsur utama iklim yaitu suhu dan curah hujan. Indonesia sebagai daerah tropis ekuatorial mempunyai variasi suhu yang kecil, sementara variasi curah hujannya cukup besar. Oleh karena itu curah hujan merupakan unsur iklim yang paling sering diamati dibandingkan dengan suhu (Hermawan, 2007). Maka dari itu penulis akan melakukan analisis kecenderungan pada data curah hujan dengan menggunakan uji nonparametrik yaitu uji *Mann Kendall*.

1. **Pertanyaan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, adapun pertanyaan penelitian pada penelitian ini adalah “Apakah terjadi kecenderungan dari tahun ke tahun pada data curah hujan di Makassar dengan menggunakan uji *Mann Kendall*?”

1. **Tujuan penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kecenderungan dari tahun ke tahun pada data curah hujan di Makassar dengan menggunakan uji *Mann Kendall*.

1. **Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu manfaat secara teoritis dan manfaat secara praktis.

1. Manfaat Teoritis

Secara teoritis, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi atau masukan bagi peneliti selanjutnya yang tertarik untuk meneliti tentang perubahan iklim khususnya curah hujan.

1. Manfaat Praktis

Secara praktis, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan dari berbagai pihak khususnya dalam bidang yang berhubungan perubahan iklim khususnya curah hujan.

**BAB II**

**KAJIAN PUSTAKA**

1. **Tinjauan Pustaka**
2. **Data Deret Waktu**

Deret waktu merupakan serangkaian data pengamatan yang terjadi berdasarkan indeks waktu secara berurutan dengan interval waktu tetap. Data deret waktu adalah urutan pengamatan berdasarkan interval waktu yang sama dimana pengamatan tersebut tidak memiliki korelasi atau saling bebas. Data deret waktu berasal atau bersusun dari peristiwa atau kejadian yang bersifat deterministik dan stokastik. Kejadian atau peristiwa yang bersifat deterministik adalah pengalaman yang lalu, keadaan yang akan datang suatu deret waktu dapat diramalkan secara pasti. Kejadian atau peristiwa yang bersifat stokastik adalah pengalaman yang lalu, keadaan yang akan datang suatu deret waktu yang tidak dapat diramalkan secara tidak pasti .

Data deret waktu menurut skala waktunya dibagi menjadi dua yaitu data diskrit dan data kontinu. Data diskrit yaitu data berupa hasil observasi atau pengukuran pada waktu-waktu tertentu. contohnya hujan rerata bulan , debit puncak tahunan , dan hujan harian. Data kontinu yaitu data berupa hasil observasi atau pengukuran secara terus menerus contoh muka air dari AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) dan curah hujan dari ARR (*automatic rainfall recorder*). Walaupun data kontinu, tetapi dalam analisis data dibaca pada waktu-waktu tertentu seperti curah hujan dibaca per selang waktu tertentu, misal setiap 5 menit dan curah hujan dibaca pada data puncak, selang waktu antar data tidak beraturan (Haan, 1982).

Secara garis besar pola data deret waktu dibedakan menjadi empat yaitu

1. Pola horizontal, terjadi bilamana nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Contoh grafik pola horizontal

**Gambar 2.1** Pola Horizontal

1. Pola musiman, terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu.

Contoh grafik pola musiman

**Gambar 2.2** Pola Musiman

1. Pola siklik, terjadi pada saat data yang tidak stabil pada suatu waktu . Contoh grafik pola siklik

**Gambar 2.3** Pola Siklik

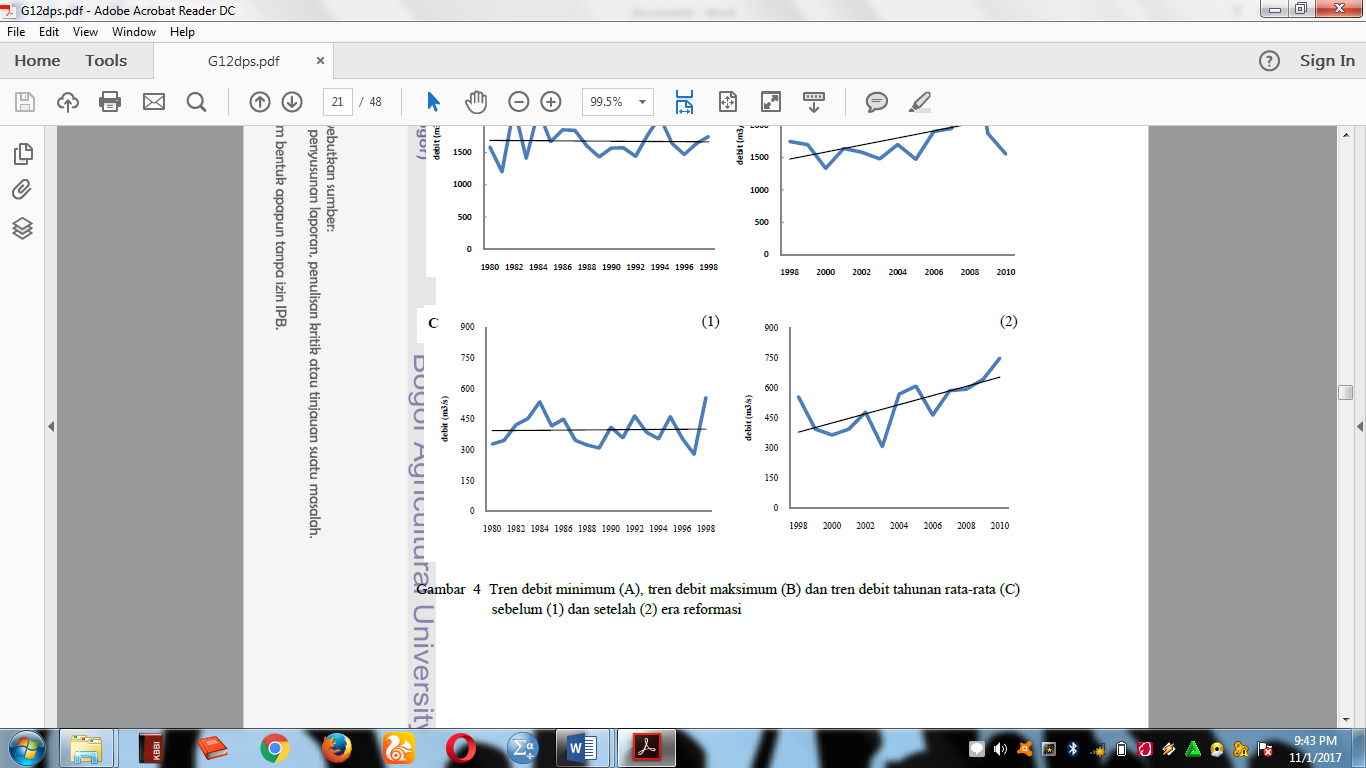
1. Pola kecenderungan, terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data. Contoh grafik pola kecenderungan

**Gambar 2.4** Pola Kecenderungan

1. **Analisis Kecenderungan**

Analisis kecenderungan merupakan gerak kekontinuan data jangka waktu tertentu dan stabil. Dimana gerakannya memiliki kecenderungan satu arah yaitu arah naik atau arah turun. Analisis kecenderungan bertujuan untuk melihat perubahan pada data apakah mengalami kecenderungan meningkat, kecenderungan menurun, dan tidak mengalami kecenderungan. Berdasarkan pencaran data kita dapat menetapkan gerakannya cenderung naik atau cenderung turun, seperti pada grafik sebagai berikut:

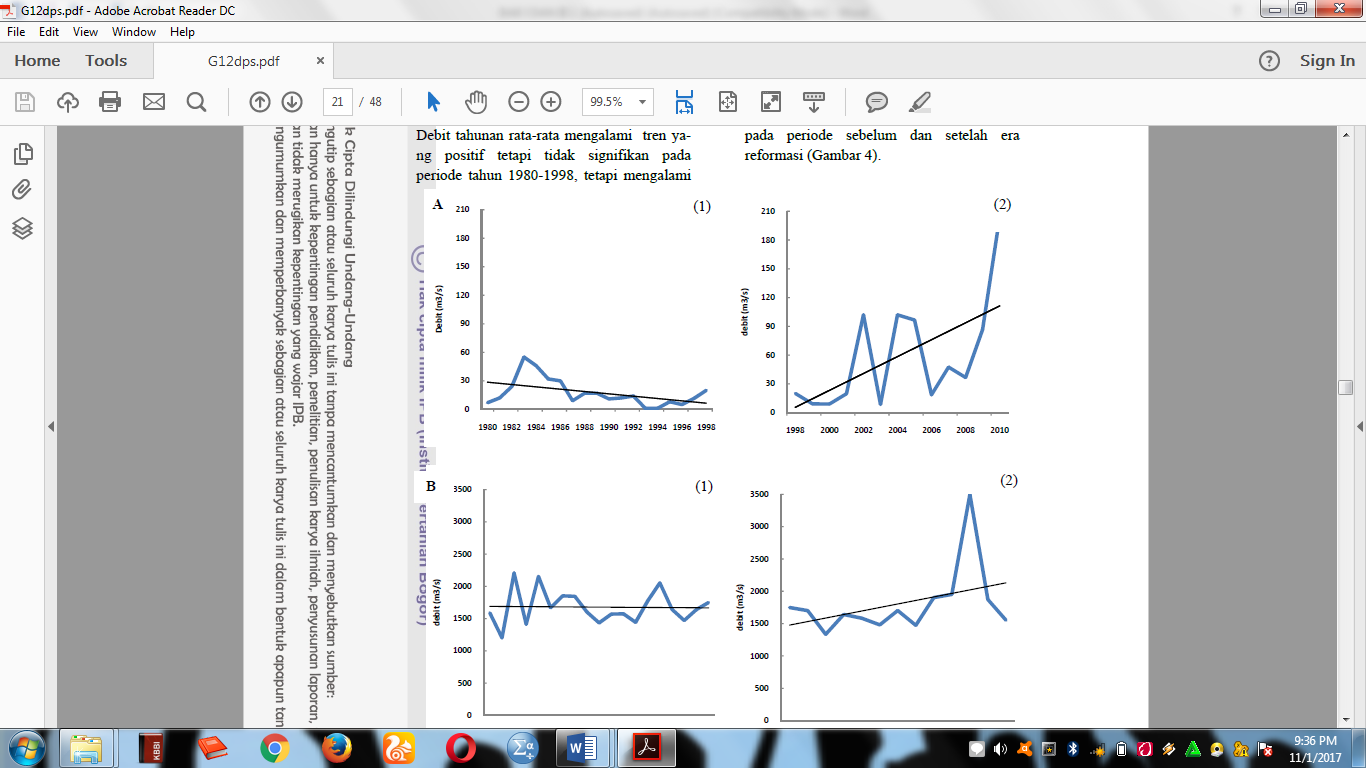
1. Kecenderungan naik



(Sumber: Sadik, 2012)

**Gambar 2.5** Grafik Kecenderungan Naik

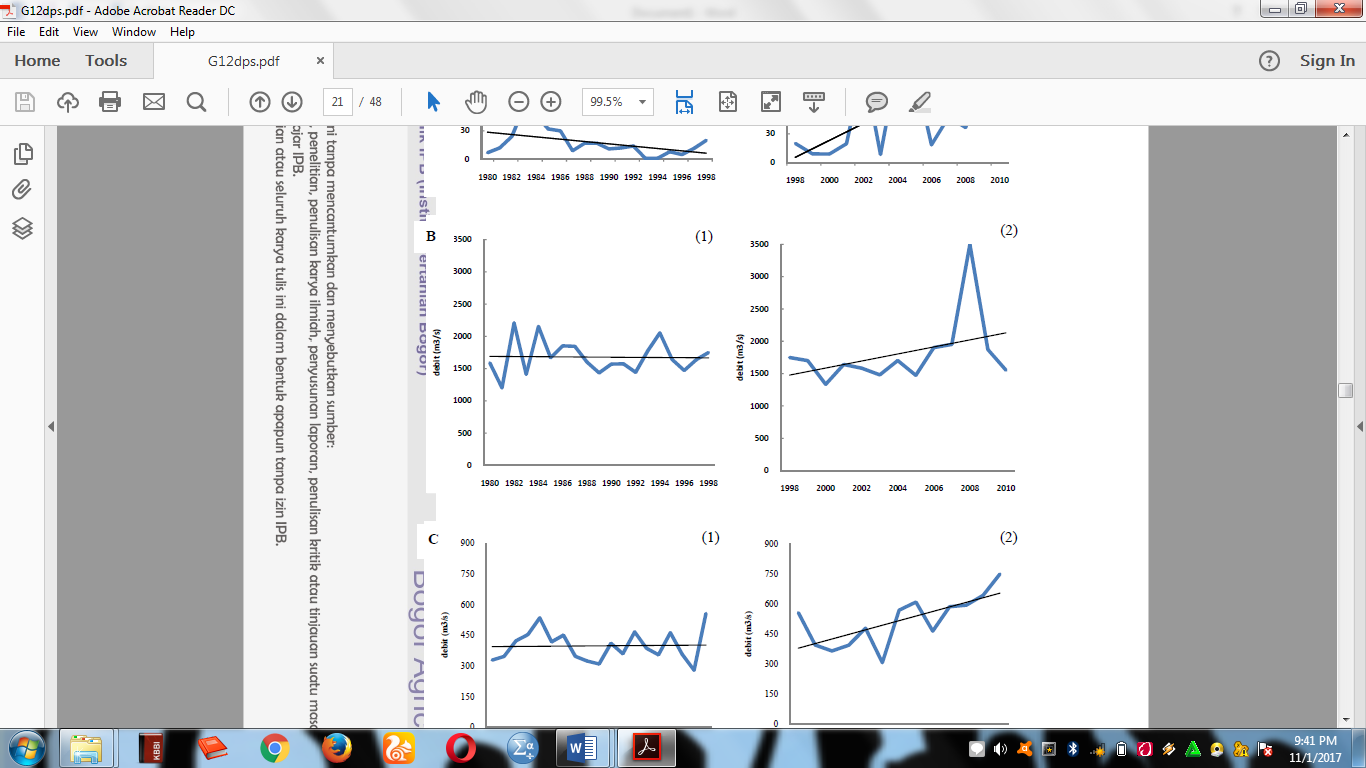
1. Kecenderungan turun



(Sumber: Sadik, 2012)

**Gambar 2.6** Grafik Kecenderungan Turun

1. Tidak ada kecenderungan



(Sumber: Sadik, 2012)

**Gambar 2.7** Grafik Tidak Ada Kecenderungan

Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam menilai berbagai macam tipe perubahan atau kecenderungan data rentang waktu yaitu uji parametrik dan uji nonparametrik. Uji parametrik adalah uji yang mempertimbangkan jenis sebaran atau distribusi data, yaitu apakah data menyebar secara normal atau tidak. Pengujian kecenderungan dalam uji parametrik meliputi regresi linier dan uji regeresi robust lainnya. Dan uji nonparametrik adalah uji bebas distribusi (tidak mensyaratkan bentuk sebaran parameter populasi, baik normal atau tidak), meskipun uji nonparametrik mendeteksi perubahan, tapi uji nonparametrik tidak mengukur ukuran perubahan (Pillon dkk, 2000). Pengujian kecenderungan dalam uji non parametrik meliputi uji *Sprearman’s rho* dan uji *Mann Kendall*.

1. **Exploratory Data Analysis (EDA)**

*Exploratory Data Analysis* (EDA) atau biasa dikenal dengan Analisis Data Eksplorasi merupakan proses yang interaktif yang meliputi penggunaan grafik untuk mengeksplorasi, memahami dan menyajikan data. Meskipun konsep ini sederhana, diperlukan keahlian untuk menghasilkan plot deret waktu yang mampu menampilkan karakteristik data dengan baik. Beberapa data yang dapat dieksplorasi melalui EDA yaitu pola temporal (kecenderungan atau perubahan bertahap), variasi musiman, pola regional dan spasial, permasalah pencilan dan korelasi (antara variabel atau tempat).

EDA dapat digunakan pada lebih dari satu tahap analisis. Sebelum uji statistik, EDA sangat penting untuk digunakan karena tanpa pemahaman data yang benar, hasil tes tidak ada artinya. EDA juga sangat bermanfaat dalam hal pemahaman, interpretasi dan penyajian hasil analisis statistik, misalnya untuk memeriksa residual, gradien *trend* dan tingkat signifikansi. Beberapa data yang dapat dieksplorasi melalui EDA adalah pola temporal (kecenderungan atau perubahan bertahap), variasi musiman, pola regional dan spasial, permasalahan pencilan, dan korelasi (antara variabel atau tempat). Cara melakukan EDA dengan baik yaitu merencanakan grafik, mempelajari dan menyempurnakan grafik sehingga dapat menyoroti fitur penting dari data dan mengidentifikasi grafik lebih lanjut yang dibutuhkan. Jenis grafik yang umum digunakan untuk rangkaian data hidrologi yaitu *time series plot, multiple time series plots*, *scatterplot*, dan *simple spatial plot* (Grubb & Robson, 2000).

Namun, dalam penelitian ini jenis grafik yang digunakan yaitu *time series plot*. *Time series plot* adalah plot yang paling mendasar untuk memeriksa data time series dari nilai data terhadap waktu, karena pemesanan dalam waktu merupakan karakteristik utama dari data, terutama jika minat dalam perubahan atau kecenderungan. Meskipun konsepnya sederhana, namun diperlukan beberapa keterampilan untuk menghasilkan rangkaian deret waktu yang paling sesuai dengan fitur data. Contoh *time series plot* sebagai berikut,

**Gambar 2.8** Contoh *Time Series Plot*

1. **Uji *Mann Kendall***

Uji *Mann Kendall* merupakan uji statistika nonparametrik yang pertama kali diperkenalkan oleh Mann pada tahun 1945 yang digunakan untuk melihat ada tidaknya kecenderungan pada suatu seri data yang didasarkan atas rangking relatif dari data deret waktu (Lettenmaier*,* Wood & Wallis,1993). Uji *Mann Kendall* adalah salah satu uji coba bebas distribusi yang banyak digunakan dalam data deret waktu. Uji nonparametrik memiliki keuntungan bahwa kekuatan dan signifikansinya tidak terpengaruh oleh distribusi data yang sebenarnya. Hal ini berbeda dengan uji kecenderungan parametrik, seperti uji koefisien regresi, yang mengasumsikan bahwa data mengikuti distribusi normal, dan kekuatannya dapat dikurangi secara drastis dalam kasus data *skewed* (Yue, Pillon & Cavadias, 2002).

Uji *Mann Kendall* secara umum banyak digunakan untuk mendeteksi kecenderungan dalam seri waktu misalnya untuk fluktuasi yang terjadi di alam, selain itu uji *Mann Kendall* dapat juga digunakan untuk menganalisis kecenderungan hidrometeologi ataupun variabilitas iklim. Kelebihan uji Man Kendall tersebut adalah uji kecenderungan yang sederhana dan data tidak harus menyebar secara normal dan dapat digunakan untuk menganalisis signifikansi untuk semua kecenderungan secara statistik.

Asumsi uji *Mann Kendall* sebagai berikut:

1. Pengukuran (observasi atau data) yang diperoleh dari waktu ke waktu bersifat independen (pengamatan tidak berkorelasi secara serial dari waktu ke waktu) dan berdistribusi secara identik.
2. Pengamatan yang diperoleh dari waktu ke waktu mewakili kondisi sebenarnya pada waktu sampling.
3. Metode pengumpulan, pengamatan, dan pengukuran sampel memberikan pengamatan yang tidak bias dan representatif terhadap populasi yang mendasari dari waktu ke waktu.

Uji *Mann Kendall* dapat dihutung dengan rumus sebagai berikut,

Untuk deret waktu , statistik uji diberikan oleh

(1)

dimana,

(2)

dan adalah urutan pengamatan dan dari deret waktu. Dengan asumsi bahwa data tersebut independen dan berdistribusi secara identik. Fungsi sign yang nilainya 1, 0 atau -1 dan nilai tersebut tergantung dari yang positif, nol atau negatif (Lettenmaier*,* Wood & Wallis,1993). Nilai S positif menunjukkan adanya kenaikan kecenderungan, jika nilai S sama dengan 0 maka tidak terdapat kecenderungan, dan jika nilai S negatif menunjukkan penurunan kecenderungan, semakin besar atau semakin kecil nilai S maka semakin kuat bukti adanya kecenderungan tersebut. Distribusi nilai S dapat menggunakan pendekatan distribusi normal untuk ukuran sampel yang besar n > 8 dengan rata-rata dan ragam sebagai berikut (Hamed, 1997).

(3)

(4)

dimana *n* adalah jumlah observasi. Keberadaan barisan terikat (observasi yang sama) dalam data menghasilkan pengurangan ragam S menjadi

(5)

dimana *m* adalah jumlah kelompok barisan terikat, masing-masing dengan observasi . Kendall dan Gibbons pada tahun 1990 memberikan metode iteratif untuk perhitungan distribusi S yang tepat untuk kasus data independen. Dia juga menunjukkan bahwa distribusi S mendekati distribusi normal karena jumlah pengamatan menjadi besar.

Pengujian hipotesis menggunakan uji Z, sebagai berikut:

(6)

Nilai Z merupakan nilai standar sebaran normal dan α adalah tingkat kepercayaan. Tingkat kepercayaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 95%, dengan nilai signifikan Z dan = 5%.

Rumusan hipotesis dari uji *Mann Kendall* adalah sebagai berikut:

1. Uji dua arah

1. Uji satu arah
2. Uji pihak kanan

1. Uji pihak kiri

Kriteria pengujian hipotesis uji *Mann Kendall* sebagai berikut

1. Uji dua arah

diterima jika dan ditolak jika atau *.*

1. Uji satu arah
2. Uji pihak kanan

diterima jika dan ditolak jika .

1. Pihak Kiri

diterima jika dan ditolak jika .

1. **Curah Hujan**

Hujan adalah peristiwa sampainya air dalam bentuk cair maupun padat yang dicurahkan dari atmosfer ke permukaan bumi. Curah hujan yaitu jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu yang diukur dalam harian, bulanan, dan tahunan dengan satuan tinggi mm di atas permukaan horizontal. Curah hujan 1 mm, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu millimeter atau tertampung air setinggi 1 liter. Selama musim hujan, rata-rata temperature udara lebih rendah, sedangkan kelembapan tinggi dibanding pada musim panas (Umar, 2010).

Dalam penjelasan lain curah hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Indonesia merupakan negara yang memiliki angka curah hujan yang bervariasi dikarenakan daerahnya yang berada pada ketinggian yang berbeda-beda. Faktor-faktor yang mempengaruhi curah hujan yang jatuh di wilayah Indonesia dipengaruhi oleh antara lain:

1. Bentuk medan/topografi
2. Arah lereng medan
3. Arah angin yang sejajar dengan garis pantai
4. Jarak perjalanan angin di atas medan datar

Berdasarkan distribusi data rata-rata curah hujan bulanan, umumnya wilayah Indonesia dibagi menjadi 3 (tiga) pola hujan, yaitu:

1. Pola hujan monsoon

Wilayah yang memiliki perbedaan yang jelas antara periode musim hujan dan periode musim kemarau kemudian dikelompokan dalam Zona Musim (ZOM), Karakteristik dari pola hujan ini adalah mempunyai distribusi curah hujan bulanan berbentuk “U” atau “V” dengan jumlah curah hujan minimum pada bulan Juni, Juli dan Agustus. Jika diperhatikan berdasarkan grafik ratarata tahunannya, pola hujan monsun memiliki satu puncak curah hujan maksimum yaitu pada bulan Desember, Januari, atau Februari (tipe curah hujan yang bersifat unimodal).

1. Pola hujan equatorial

Wilayah yang memiliki distribusi hujan bulanan bimodal dengan dua puncak musim hujan maksimum dan hampir sepanjang tahun masuk dalam kriteria musim hujan. Pola ekuatorial dicirikan oleh tipe curah hujan dengan bentuk bimodal (dua puncak hujan) yang biasanya terjadi sekitar bulan Maret dan Oktober atau pada saat terjadi ekinoks. Pola ini berkaitan dengan pergerakan matahari yang melintasi garis ekuator sebanyak 2 kali dalam setahun.

1. Pola hujan lokal

Pola lokal dicirikan oleh bentuk pola hujan unimodal (satu puncak hujan), tetapi bentuknya berlawanan dengan tipe hujan monsun. Pola lokal terjadi berkaitan dengan kondisi geografis dan topografis setempat.

1. **Kerangka Pikir**

Perubahan iklim curah hujan memberikan dampak negatif pada berbagai sector kehidupan. Dampak yang dirasakan karena terjadinya peningkatan intensitas curah hujan dan bergesernya musim hujan. Curah hujan merupakan fenomena alam yang sulit dimodifikasi atau dikendalikan. Curah hujan adalah salah satu unsur iklim yamg sering diamati, Indonesia sebagai daerah tropis ekuatorial mempunyai variasi suhu yang kecil, sementara variasi curah hujannya cukup besar. Oleh karena itu curah hujan merupakan unsur iklim yang paling sering diamati dibandingkan dengan suhu atau unsur iklim lainnya (Hermawan, 2007).

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan. Dalam menilai berbagai macam tipe perubahan atau kecenderungan data deret waktu hidrologi (curah hujan) yaitu uji parametrik dan uji nonparametrik. Pengujian kecenderungan dalam uji parametrik meliputi regresi linier dan uji regeresi robust lainnya. Dan pengujian kecenderungan dalam uji nonparametrik meliputi uji *Spearman’s rho* dan uji *Mann Kendall*. Dalam penelitian ini, penulis akan menggunakan uji nonparametrik yaitu uji *Mann Kendall*. Uji *Mann Kendall* yang digunakan untuk melihat ada tidaknya kecenderungan pada suatu seri data yang didasarkan atas rangking relatif dari data deret waktu (Lettenmaier*,* Wood & Wallis,1993). Sebagai hasil akhir, akan diketahui data curah hujan di kota Makassar mengalami kecenderungan atau tidak mengalami kecenderungan.

**BAB III**

**METODOLOGI PENELITIAN**

1. **Jenis dan Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder yang dipublikasikan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Provinsi Sulawesi Selatan yaitu data curah hujan tahunan di Kota Makassar pada tahun 2000 sampai 2016. Obyek dari penelitian ini adalah Kota Makassar di Provinsi Sulawesi Selatan.

1. **Definisi Opersional Variabel**

Defenisi dari variabel curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu curah hujan didefenisikan jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu yang diukur dalam harian, bulanan, dan tahunan dengan satuan tinggi millimeter (mm) di atas permukaan horizontal. Curah hujan 1 mm, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu millimeter atau tertampung air setinggi 1 liter.

1. **Prosedur Penelitian**

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan berdasarkan pada tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan sumber-sumber informasi yang dibutuhkan dalampenelitian.
2. Rekapitulasi data, dalam hal ini data diperoleh dari Balai Besar Meteorologi,Klimatologi, dan Geofisika (BBMKG) Provinsi Sulawesi Selatan.
3. Melakukan pengolahan data dengan menggunakan paket komputerprogram R.
4. Menyusun laporan penelitian.
5. Membuat kesimpuan berdasarkan masalah yang telah dibahas.

Mulai

Melakukan pengolahan data menggunakan paket komputer program R

Mengumpulkan sumber informasi

Rekapitulasi data curah hujan

Menyusun laporan penelitian

Kesimpulan

Selesai

**Gambar 3.1** Skema Prosedur Penelitian

1. **Teknik Analisis Data**

Teknik analisis data dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Eksplorasi data

Dalam hal ini data curah hujan, untuk melihat data curah hujan mengalami kecenderungan atau tidak dengan grafik menggunakan EDA. Meskipun dalam EDA sudah diketahui data mengalami kecenderungan atau tidak tapi masih diperlukan uji *Mann Kendall* untuk melihat signifikansinya.

1. Uji *Mann Kendall*
2. Interpretasi hasil

Interpretasi hasil menjelaskan hasil dari pengujian hipotesis.

1. Kesimpulan

Menyimpulkan hasil secara keseluruhan analisis data yang telah diolah. Pada tahap ini dapat ditarik kesimpulan, data curah hujan mengalami kecenderungan meningkat atau kecenderungan menurun..