

TUGAS AKHIR
ANALISIS CURAH HUJAN DENGAN PEMODELAN
DERET WAKTU PADA DAS WALANAE



Diajukan Oleh :

NAMA : A. TRIANGGA

NIM : 45 16 041 139

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS BOSOWA
2020



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. A374/SK/FT/UNIBOS/VIII/2020, Tanggal 28 Agustus 2020, perihal Pengangkatan Panitia dan tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Sabtu / 05 September 2020
Nama : **A. TRIANGGA**
Nomor Stambuk : **4516041139**
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : **“ANALISIS CURAH HUJAN DENGAN PEMODELAN DERET WAKTU PADA DAS WALANAE”**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua (Ex. Officio) : Ir. A. Rumpang Yusuf, MT (.....)
Sekretaris (Ex. Officio) : Ir. Hj. Satriawati Cangara, MSp (.....)
Anggota : Ir. H. Abd.Rahim Nurdin, MT (.....)
Fauzy Lebang, ST, MT (.....)

Makassar, Desember 2020

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Univ. Bosowa Makassar

(Dr. Ridwan, ST. M.Si)

NIDN. 09 101271 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Univ. Bosowa Makassar

(Nurhadijah Yuniarti, ST. MT)

NIDN. 09 160682 01



PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : A. Triangga

No. Stambuk : 45 16 041 139

Judul Skripsi : **ANALISIS CURAH HUJAN DENGAN METODE DERET
WAKTU PADA DAS WALANAE.**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan-kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpanan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Bosowa.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan pihak manapun.

Makassar, Desember 2020

Yang Membuat Pernyataan,



A. Triangga
45 16 041 139

ANALISIS CURAH HUJAN DENGAN METODE DERET WAKTU PADA DAS WALANAE

A. Triangga

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Bosowa

Jl. Urip Sumoharjo Km. 4 Makassar, Sulawesi Selatan

Email : anditriangga@gmail.com

Abstrak

Air merupakan sumber daya dan banyak manfaat bagi banyak manusia, karena tidak ada satu pun makhluk hidup yang tidak memerlukan air. Meskipun perannya sangat strategis, namun pengelolaan air masih jauh dari yang diharapkan, sehingga air yang semestinya merupakan sahabat manusia berubah menjadi penyebab bencana bagi manusia. Indikatornya, dimusim kemarau, air sulit ditemukan dan sawah sering kali kekeringan dan sebaliknya dimusim penghujan, ladang dan daerah pemukiman yang terendam air menyebabkan banyak kerugian.

Kata Kunci : Curah Hujan, Pengelolaan Air

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang sudah melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah dan inayah-Nya kepada kami sehingga kami mampu merampungkan pembuatan laporan proposal penelitian dengan judul “ **ANALISIS CURAH HUJAN DENGAN METODE DERET WAKTU PADA DAS WALANAE**”

Pembuatan Skripsi ini untuk melengkapi salah satu persyaratan untuk lulus pada Universitas Bosowa Fakultas Teknik. Berkat pertolongan dari berbagai pihak yang mau meluangkan waktu dan pikirannya sehingga kami bisa merampungkan proses pembuatan Skripsi ini. Maka dari itu, pada kesempatan ini kami ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. A. Rumpang Yusuf, MT. yang telah memberikan saran pada penulisan Skripsi ini dan memberi arahan dalam penulisan skripsi ini.
2. Ibu Hj. Satriawati Cangara, M.Sp yang telah memberikan saran saran agar penulisan semakin lebih baik dan indah
3. Ibu Nur Hadijah Yunianti, ST., MT yang memberikan saran dan masuk agar penulis jauh lebih baik lagi dalam mengsinkronkan tujuan masalah dan kesimpulan.
4. Ayah dan Bunda kami yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil.

5. Rekan-rekan Keluarga yang telah memberikan pertolongan baik bantuan langsung maupun tidak langsung.
6. Kepada Ibu PPK dan teman teman Pada PPK Danau Situ dan Embung yang memberikan bantuan dalam penulisan isi ini.
7. Berbagai pihak yang tidak bisa kami tuliskan satu per satu namun berkontribusi membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Terakhir, kami menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini masih ada kekurangan baik dari segi penulisan maupun kelengkapan informasi, untuk itu kami berharap ada saran dan kritikan dari pembaca semua agar kami bisa lebih baik lagi dimasa yang akan datang

Makassar, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR NOTASI

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Batasan Masalah	5
E. Manfaat Penelitian	6
F. Sistemika Penulisan	6

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Hidrologi	8
B. Alat Pengukur Hujan	12
C. Pengertian Peramalan	21
D. Tujuan Peramalan Peramalan	22
E. Tahap - Tahap Ramalan	23
F. Pemodelan Deret Waktu	24
G. Jenis - Jenis Peramalan	29
H. Metode Peramalan	31
I. Menghitung Kesalahan Ramalan	47

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian	51
----------------------------	----

B. Bagan Alir Penelitian	53
C. Persiapan dan Pengumpulan Data	54
D. Metode Analisa Data	54
E. Tahapan Penelitian	57

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Peramalan Curah Hujan Dengan Metode <i>Single Moving Average</i> Dan <i>Double Moving Average</i>	58
B. Perhitungan <i>Mean Absolute Deviation</i> , <i>Mean Squarred Error</i> , dan <i>Mean Absolute Percentage Error</i>	64
C. Grafik dan Pembahasan	68
D. Hasil rekapitulasi perhitungan akurasi kesalahan pada stasiun hujan di lingkup DAS Walanae.....	72

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

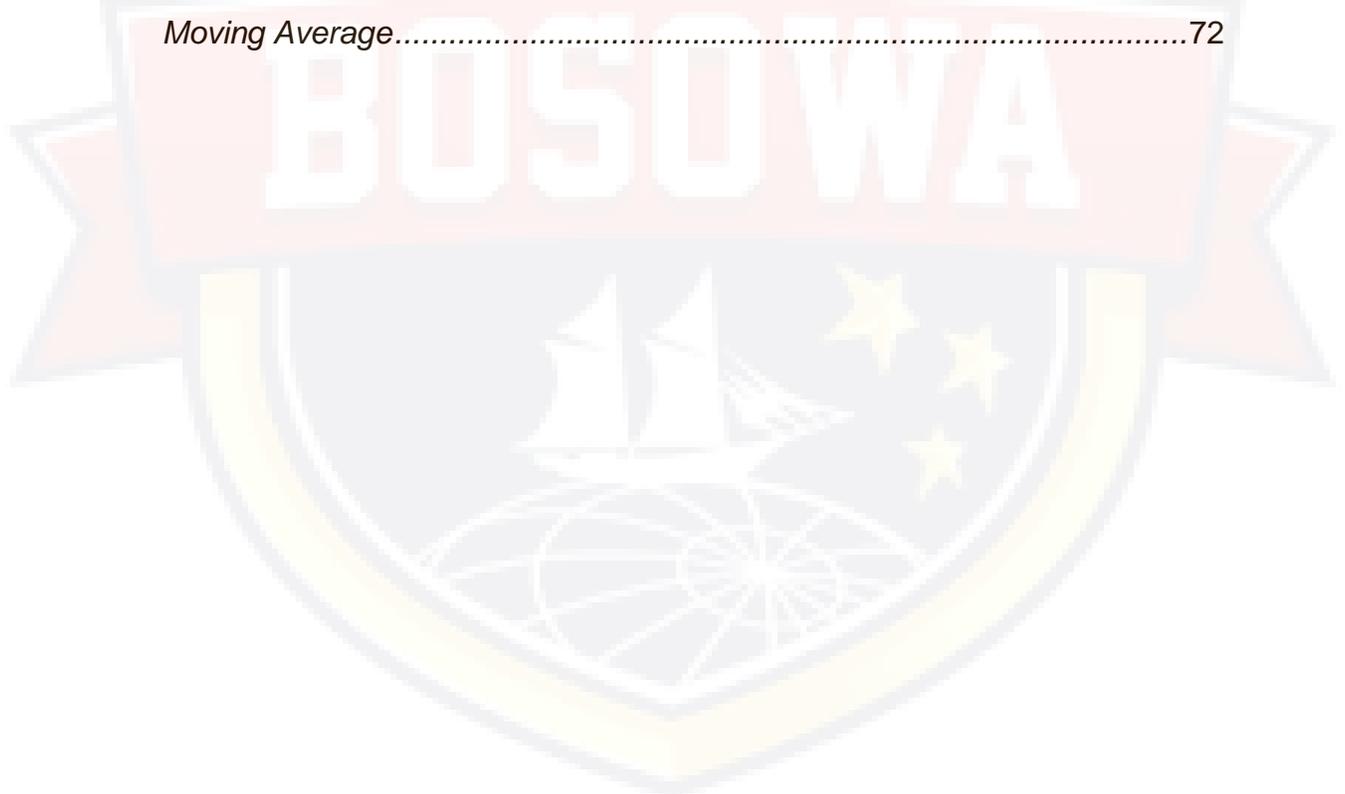
A. Kesimpulan	74
B. Saran	75

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Range <i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	50
Tabel 2. Data Curah Hujan DAS Walanae	55
Tabel 3. Perhitungan Peramalan Curah Hujan Harian Rata-Rata Bulanan Stasiun Barukku	59
Tabel 4. Perhitungan Peramalan Curah Hujan Harian Rata-Rata Bulanan Stasiun Waeputangge	61
Tabel 5. Perhitungan Peramalan Curah Hujan Harian Rata-Rata Bulanan Stasiun Bancee	63
Tabel 6. Rekapitulasi Akurasi Peramalan Curah Hujan Dengan Metode <i>Moving Average</i>	72

BOSOWA



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ombrometer Observatorium	13
Gambar 2. Bendix	15
Gambar 3. Tipping Bucket	16
Gambar 4. Weighing Bucket.....	17
Gambar 5. Alat ukur curah hujan di stasiun Barukku	19
Gambar 6. Pos Curah Hujan Stasiun Waeputangnge	19
Gambar 7. Alat ukur curah hujan di stasiun Bancee	20
Gambar 8. Pos Curah Hujan Stasiun Waeputangnge	20
Gambar 9. Contoh Data Time Series Pola Stasioner	34
Gambar 10. Contoh Data Yang Memiliki Pola Trend.....	35
Gambar 11. Contoh data yang memiliki pola musiman	36
Gambar 12. Contoh data berpola siklus.....	36
Gambar 13. Bagan Alir Penelitian.....	53
Gambar 14. Peta DAS Walanae	56
Gambar 15. Grafik Pengujian Curah Hujan Stasiun Barukku dengan Metode <i>Single Moving AVERAGE</i> tahun 2019.....	68
Gambar 16. Grafik Pengujian Curah Hujan Stasiun Waeputangnge dengan Metode <i>Single Moving AVERAGE</i> tahun 2019.....	69
Gambar 17. Grafik Pengujian Curah Hujan Stasiun Bancee dengan Metode <i>Single Moving AVERAGE</i> tahun 2019.....	70
Gambar 18. Grafik Uji Curah Hujan Daerah Aliran Sungai (DAS) Walanae pada tahun 2019.....	71

DAFTAR NOTASI

S'_t	= Rata-rata bergerak tunggal
S''_t	= Rata-rata bergerak ganda
X_t	= Nilai rill periode waktu rata-rata bergerak
t	= Jangka waktu rata-rata bergerak
α_t	= Nilai konstanta
b_t	= Nilai Slope
F_t	= <i>Forecast</i> / ramalan
e	= <i>Forecast error</i> / kesalahan rata-rata
n	= Jumlah data

DAFTAR SINGKATAN

AR = Autoregresif

MA = *Moving Average*

DAS = Daerah Aliran Sungai

MAD = *Mean Absolute Deviation*

MSE = *Mean Square Error*

MAPE = *Mean Absolute Percentage Error*

BT = Bujur Timur

LS = Lintang Selatan

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter (mm) di atas permukaan horizontal. Curah hujan juga dapat disebut sebagai air hujan yang menumpuk di tempat dangkal yang tidak menguap, tidak tenggelam, dan tidak mengalir setelah hujan turun. Pengukurannya dilakukan dengan satuan tinggi di atas permukaan tanah horizontal yang diasumsikan tidak terjadi penguapan atau infiltrasi, run off, atau evaporasi. Jumlah curah hujan adalah volume air yang terkumpul pada permukaan bidang datar pada periode tertentu, seperti harian, mingguan, bulanan serta tahunan.

Intensitas hujan adalah jumlah curah hujan dalam satuan waktu tertentu. Apabila intensitas tinggi berarti terjadi hujan lebat dan intensitas juga dapat menjadi dasar untuk memperkirakan efek hujan, seperti banjir dan pengaruhnya terhadap makhluk hidup. Selain besarnya intensitas hujan di beberapa tempat, di tempat lainnya mengalami hal sebaliknya yaitu membutuhkan air. Meningkatnya populasi penduduk dan jumlah industri mengakibatkan peningkatan kebutuhan air yang akan diproyeksikan

beberapa periode mendatang. Prediksi terhadap kritisnya ketersediaan air di masa mendatang juga diperlukan peramalan (*forecast*) guna mengetahui kelakuan atau karakter dari unsur-unsur iklim yang penting dengan pemodelan deret waktu.

Pemodelan deret waktu adalah suatu pengamatan yang dibangun berurutan dalam waktu. Analisis ini dilakukan untuk memperoleh pola data deret waktu, dengan menggunakan pengamatan sebelumnya untuk memprediksi suatu nilai pada masa yang akan datang. Data yang dikumpulkan secara periodik berdasarkan urutan waktu, baik dalam jam, hari, minggu, bulan, maupun dalam tahun. Mengingat pentingnya data curah hujan dan peramalannya dimasa yang akan datang, menyebabkan meningkatnya kebutuhan pemodelan hidrologi analisis deret berkala (*Time Series*) yang nantinya dapat meramalkan perilaku dari suatu rangkaian historis data curah hujan DAS (Daerah Aliran Sungai) (Juwono,2000).

Time series merupakan serangkaian observasi terhadap suatu variabel yang diambil secara beruntun berdasarkan interval waktu yang tetap (Wei, 2006). Dalam analisis data *Time Series*, dikenal beberapa model peramalan, untuk data yang bersifat linear antara lain dapat digunakan dengan metode Autoagresif (AR), model rata-rata bergerak / *Moving Average* (MA) (Juwono,2000).

Pada tahun 2019 terjadi banjir di Danau Tempe. Danau Tempe merupakan danau yang terletak di bagian Barat Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan. Tepatnya di Kecamatan Tempe, Kecamatan Belawa, Kecamatan Tanah Sitolo, Kecamatan Maniangepajo dan Kecamatan sabbangparu. Akibat dari kejadian ini, Sebanyak lima kecamatan di Kabupaten Wajo, terendam banjir Namun, di kawasan pesisir Danau Tempe, banjir kian meluas dan meninggi. Hal ini disebabkan, intensitas hujan yang tinggi di Kabupaten Wajo serta kabupaten tetangga. Terlebih, air kiriman dari Kabupaten Soppeng dan Kabupaten Sidrap masih terus berdatangan. Ketinggian air pun beragam, dari 50 cm sampai 230 cm. Ada 30 desa/kelurahan di 5 kecamatan tersebut yang terdampak banjir. Juga, sekitar 5.758 jiwa terdampak.

Danau Tempe berada di tengah Daerah Aliran Sungai (DAS) Walanae. DAS Walanae adalah salah satu dari 17 DAS yang dikelola oleh BP DAS Jeneberang Walanae. DAS Walanae termasuk dalam kategori DAS prioritas I (satu) dengan luas wilayah 478.932,72 Ha. secara geografis Daerah Aliran Sungai (DAS) Walanae terletak pada posisi 3° 59' 03" - 5° 8' 45" LS dan 119° 47' 09" – 120° 47' 03" BT dan secara administratif masuk dalam wilayah Kabupaten Maros, Bone, Soppeng dan Wajo. DAS Walanae sangat penting dalam sistem tata air di Kabupaten Bone, Soppeng, Wajo dan Maros. Permasalahan banjir telah menjadi bagian keseharian masyarakat di kabupaten Bone dan Wajo saat musim penghujan tiba, oleh

sebab itu perlu dilakukan peramalan curah hujan untuk mengurangi dampak yang terjadi pada saat musim hujan tiba.

Pada penulisan Tugas Akhir ini digunakan pemodelan deret waktu dengan metode *Moving Average* (MA). Metode ini terdiri dari metode *Single Moving Average* dan *Double Moving Average*. Metode ini digunakan untuk menganalisa data curah hujan harian rata-rata bulanan pada beberapa stasiun hujan yang terdapat pada DAS Walanae. Adapun data yang digunakan adalah data Curah Hujan Tahun 2018 sampai dengan Tahun 2019.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka penulis ingin mengkaji lebih dalam permasalahan ini dengan metode peramalan dan membahasnya dengan judul :

**“Analisis Curah Hujan Dengan Pemodelan Deret Waktu Pada DAS
Walanae”**

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana menentukan model peramalan curah hujan pada DAS Walanae dengan menggunakan metode *Single Moving Average* ?
2. Bagaimana hasil analisis data curah hujan harian rata-rata bulanan pada DAS Walanae pada tahun 2019 menggunakan metode *Single Moving Average* ?

3. Bagaimana menentukan data curah hujan yang mendatang pada DAS Walanae ?

C. Tujuan Penelitian

1. Menguji model peramalan curah hujan pada DAS Walanae dengan menggunakan metode *Single Moving Average*.
2. Menganalisis data curah hujan harian rata-rata bulanan pada DAS Walanae pada tahun 2019 dengan metode *Single Moving Average*.
3. Menentukan data curah hujan yang mendatang pada DAS Walanae.

D. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah data curah hujan yang digunakan merupakan curah hujan harian rata-rata bulanan pada stasiun hujan dalam lingkup DAS Walanae menggunakan data tahun 2018 sampai tahun 2019.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penulisan analisis curah hujan dengan metode *Moving Average (MA)* adalah untu menambah wawasan keilmuan tentang metode

pendugaan analisis hidrologi deret waktu dengan metode *Moving Average* (MA) untuk menyelesaikan masalah peramalan.

F. Sistematika Penulisan

Sebagai penulis, penyusun tugas akhir ini berdasarkan pada pedoman penyusunan Teknik Sipil yang terdiri dari lima bab, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori yang digunakan sebagai landasan atau acuan dari penelitian, serta syarat – syarat untuk melaksanakan penelitian. Dalam bab ini, hasil tinjauan pustaka dikemukakan secara sistematis dan kronologik.

BAB III METODE PENELITIAN

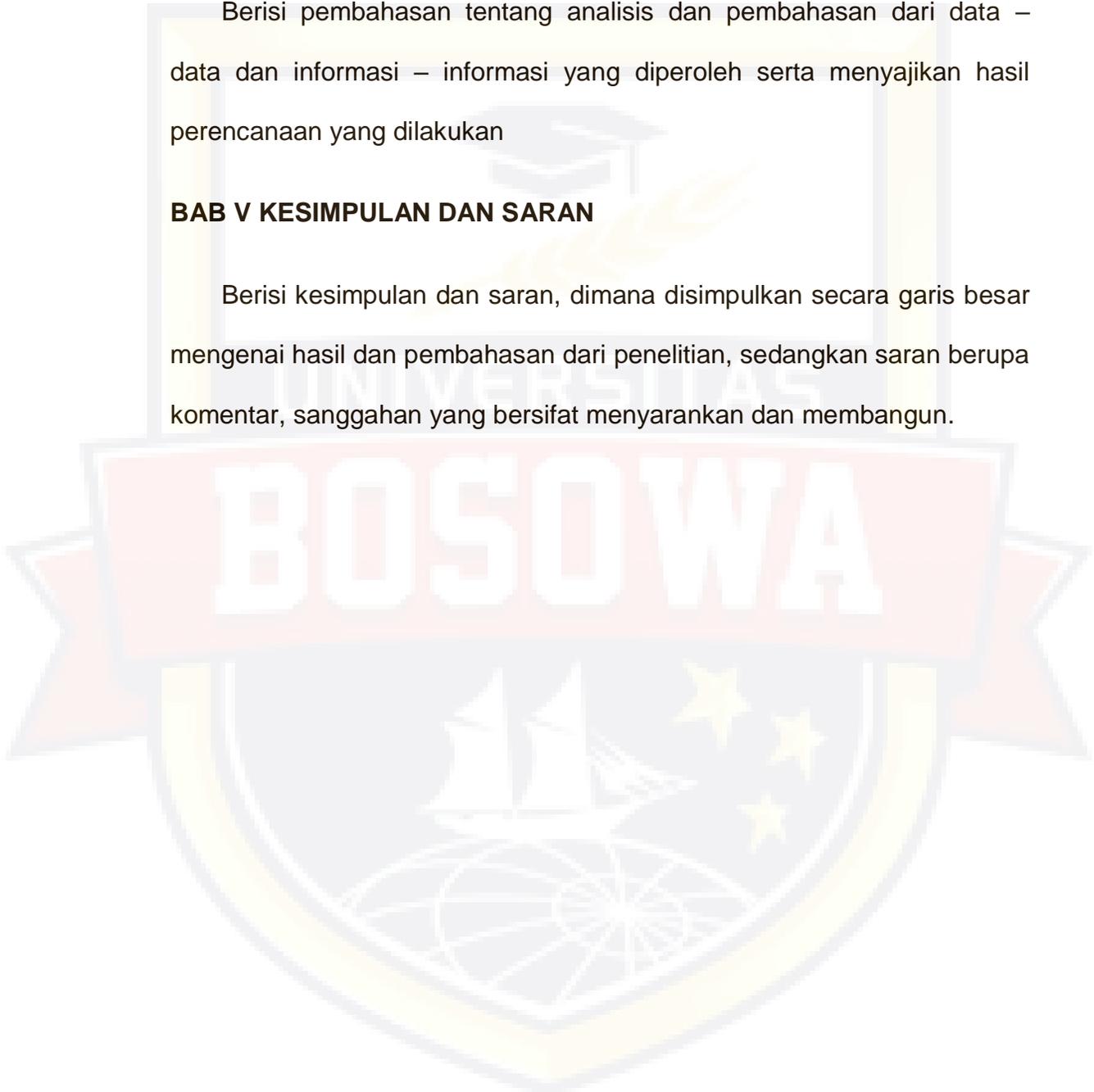
Membahas mengenai tahapan, gambaran umum lokasi, data-data yang diperlukan dan langkah-langkah pengerjaan Tugas Akhir.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi pembahasan tentang analisis dan pembahasan dari data – data dan informasi – informasi yang diperoleh serta menyajikan hasil perencanaan yang dilakukan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran, dimana disimpulkan secara garis besar mengenai hasil dan pembahasan dari penelitian, sedangkan saran berupa komentar, sanggahan yang bersifat menyarankan dan membangun.



BOSOWA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hidrologi

Hidrologi berasal dari Bahasa Yunani yaitu terdiri dari kata *hydros* yang berarti air dan kata *logos* yang berarti ilmu, dengan demikian secara umum hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang air. Secara lebih mendetail, hidrologi adalah cabang ilmu teknik sipil yang mempelajari pergerakan, distribusi dan kualitas air di seluruh bumi, termasuk siklus hidrologi dan sumber air.

Hidrologi pada dasarnya merupakan suatu ilmu yang bersifat menafsirkan. Melakukan percobaan dibatasi oleh ukuran kejadian di alam, yang diteliti secara sederhana dengan akibat yang bersifat khusus. Persyaratan mendasarnya berupa data yang diamati dan diukur mengenai semua segi pencurahan, pelimpasan, penelusuran, pengaliran sungai, penguapan, dan seterusnya (EM.Wilson, 1969).

Hidrologi dapat diartikan sebagai ilmu yang membahas karakteristik menurut waktu dan ruang tentang kuantitas dan kualitas air bumi, termasuk didalamnya kejadian, pergerakan, penyebaran, sirkulasi tampungan, eksplorasi, pengembangan dan manajemen (Singh,1992).

Hidrologi memiliki ruang lingkup atau cakupan yang luas. Berbicara secara substansial, cakupan dari bidang ilmu ini meliputi asal mula dan proses terjadinya air pergerakan dan penyebaran air, sifat-sifat air, keterkaitan air dengan lingkungan dan kehidupan. Hidrologi merupakan suatu ilmu yang mengkaji akan kehadiran dan gerakan air di alam. Studi hidrologi meliputi berbagai bentuk air serta menyangkut perubahan-perubahannya, antara lain dalam keadaan cair, padat, gas, dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah, distribusinya, penyebarannya, gerakannya dan lain sebagainya.

1. Curah hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu. Hujan merupakan satu bentuk presipitasi yang berwujud cairan. Presipitasi sendiri dapat berwujud padat (misalnya salju dan hujan es). Curah hujan dapat diartikan sebagai jumlah air yang jatuh pada permukaan tanah selama periode tertentu bila tidak terjadi penghilangan oleh proses evaporasi, pengaliran dan peresapan, yang diukur dalam satuan tinggi. Tinggi air hujan 1 mm berarti air hujan pada bidang seluas 1 m² berisi 1 liter.

Unsur-unsur hujan yang harus diperhatikan dalam mempelajari curah hujan ialah jumlah curah hujan dan intensitas atau kekuatan tetesan hujan. (Arifin, 2010).

Hujan memerlukan keberadaan lapisan atmosfer tebal agar dapat menemui suhu diatas titik leleh es didekat dan di atas permukaan bumi. Di bumi, hujan adalah proses kondensasi uap air di atmosfer menjadi butir air yang cukup berat untuk jatuh dan biasanya tiba di daratan. Dua proses yang mungkin terjadi bersamaan dapat mendorong udara semakin jenuh menjelang hujan, yaitu perbandingan udara atau penambahan uap air ke udara. Presipitasi terbentuk melalui tabrakan antara butir air atau kristal es dengan awan. Butir hujan memiliki ukuran yang beragam mulai dari pepat, mirip panekuk (butir besar), hingga bola kecil (butir kecil).

Curah hujan merupakan salah satu faktor iklim yang sangat berpengaruh di berbagai bidang. Bidang pertanian, pelayaran, penerbangan dan beberapa bidang lainnya melibatkan faktor iklim sebagai faktor penentu, khususnya curah hujan. Di bidang Teknik Sipil, curah hujan juga mempunyai peran yang sangat penting, Pengendalian banjir, Bendungan, Irigasi dan lainnya yang berhubungan dengan bangunan ketekniksipilan.

Anomali curah hujan di Indonesia tidak hanya dipengaruhi oleh faktor el nino / la nina saja tetapi juga dipengaruhi oleh faktor pengendali curah hujan lainnya, yaitu Indeks Dipole Mode (IDM) dan suhu muka laut Indonesia.

Walaupun terjadi kejadian el nino di Lautan Pasifik tetapi pada saat bersamaan suhu muka laut di perairan Indonesia cukup hangat maka dampak el nino tersebut tidak terlalu signifikan. Untuk memprakirakan kondisi curah hujan bulanan/musiman, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) secara rutin memperhatikan ketiga faktor pengendali curah hujan yaitu el nino/la nina, IDM dan suhu permukaan perairan Indonesia.

2. Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Intensitas hujan merupakan ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu dimana air tersebut terkonsentrasi (Loebis, 1992). Besarnya intensitas curah hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Untuk mendapatkan intensitas curah hujan, alat penangkap hujan harus mampu menangkap atau mencatat besarnya volume hujan dan jika waktu mulai berlangsungnya hujan sampai hujan tersebut berhenti. Alat yang digunakan pada umumnya adalah alat penangkap hujan otomatis.

Intensitas curah hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak luas. Hujan yang meliputi daerah luas, jarang sekali dengan intensitas tinggi, tetapi dapat berlangsung

dengan durasi cukup panjang. Kombinasi dari intensitas hujan yang tinggi dengan durasi panjang jarang terjadi, tetapi apabila terjadi berarti sejumlah besar volume air bagaikan ditumpahkan dari langit. Adapun jenis-jenis hujan berdasarkan besarnya curah hujan (definisi BMKG), diantaranya yaitu hujan kecil antara 0 – 21 mm per hari, hujan sedang antara 21 – 50 mm per hari dan hujan besar atau lebat di atas 50 mm per hari.

B. Alat Pengukur Curah Hujan

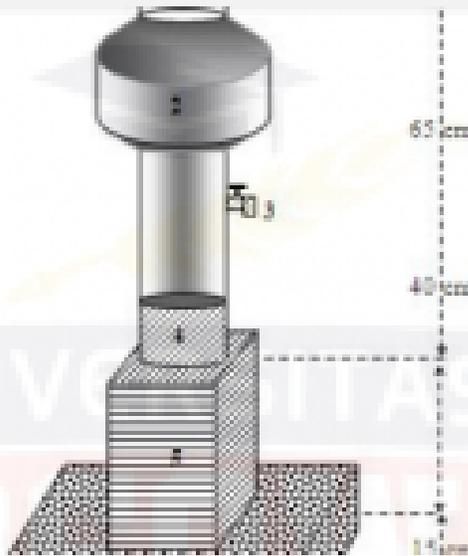
1. Jenis-jenis alat ukur curah hujan

Alat untuk mengukur jumlah curah hujan yang turun ke permukaan tanah (per satuan luas) disebut dengan penakar hujan. Jadi, curah hujan yang diukur sebenarnya adalah tebalnya atau tingginya permukaan air hujan yang menutupi suatu daerah luasan di permukaan bumi. Berdasarkan mekanismenya, alat pengukur curah hujan dibagi menjadi dua golongan yaitu penakar hujan tipe manual dan penakar hujan tipe otomatis (perekam).

a. Penakar Hujan Tipe Manual

Alat penakar hujan manual pada dasarnya hanya berupa *container* atau ember yang telah diketahui diameternya. Pengukuran hujan dengan menggunakan alat ukur manual dilakukan dengan cara air hujan yang tertampung dalam tempat penampungan air hujan tersebut diukur volumenya setiap interval waktu tertentu atau

setiap satu kejadian hujan. Dengan cara tersebut hanya diperoleh data curah hujan selama periode tertentu. Alat penakar hujan manual ada dua jenis, yaitu:



Gambar 1. omb. Observatorium

Penakar Hujan Ombrometer Observatorium

Penakar hujan tipe observatorium adalah penakar hujan manual yang menggunakan gelas ukur untuk mengukur air hujan. Penakar hujan ini merupakan penakar hujan yang banyak digunakan di Indonesia dan merupakan standar di Indonesia. Penakar ombrometer observatorium memiliki kelebihan, yaitu mudah dipasang, mudah dioperasikan, dan pemeliharaanya juga relatif mudah.

Kekurangannya adalah data yang didapat hanya untuk jumlah curah hujan selama periode 24 jam, beresiko kerusakan gelas ukur,

dan resiko kesalahan pembacaan dapat terjadi saat membaca permukaan dari tinggi air di gelas ukur sehingga hasilnya dapat berbeda. Prinsip kerja alat ini adalah:

- Saat terjadi hujan, air masuk ke dalam corong penakar.
- Air yang masuk ke dalam penakar dialirkan dan terkumpul di dalam tabung penampung.
- Pada jam-jam pengamatan air hujan yang tertampung diukur dengan menggunakan gelas ukur.
- Apabila jumlah curah hujan yang tertampung melebihi kapasitas gelas ukur, maka pengukuran dilakukan beberapa kali hingga air hujan yang tertampung dapat terukur semua.

b. Penakar Hujan Tipe Otomatis

Alat ukur hujan otomatis adalah alat penakar hujan yang mekanisme pencatatan hujannya bersifat otomatis (perekam). Dengan menggunakan alat ini dapat mengukur curah hujan tinggi maupun rendah selang periode waktu tertentu juga dapat dicatat lamanya waktu hujan. Dengan demikian besarnya intensitas curah hujan dapat ditentukan.

Pada dasarnya alat hujan otomatis ini sama dengan alat pengukur manual yang terdiri dari tiga komponen yaitu corong, bejana pengumpul

dan alat ukur. Perbedaanya terletak pada komponen bejana dan alat ukurnya dibuat secara khusus. Alat Penakar hujan otomatis diantaranya:



Gambar 2. bendix

1) Penakar Hujan Tipe Bendix

Penakar hujan otomatis yang lainnya yaitu tipe bendix yang sekilas terlihat seperti tiang bendera namun ini merupakan salah satu penakar hujan otomatis yang cara kerjanya cukup sederhana. Cara kerja penakar hujan tipe bendix ini adalah:

- Penakar hujan tipe bekerja dengan cara menimbang air hujan.
- Air hujan ditampung dalam timbangan yang sudah disediakan.
- Melalui cara mekanis hasil dari timbangan ini ditransfer melalui jarum petunjuk berpena.

- Maka akan diketahui curah hujan melalui penimbangan air yang ditransferkan dari jarum petunjuk ke dalam kertas pias.



Gambar 3. tipping bucket

2) Penakar Hujan Tipping Bucket

Pengukuran yang dilakukan dengan *tipping bucket* cocok untuk akumulasi hujan yang berjumlah di atas 200 mm/jam atau lebih. Prinsip kerjanya sederhana, yaitu:

- Air hujan akan masuk melalui corong penakar, dan kemudian mengalir untuk mengisi bucket.
- Setiap jumlah air hujan yang masuk sebanyak 0.5 mm atau sejumlah 20 ml maka bucket akan berjungkit dimana bucket yang satunya akan dan siap untuk menerima air hujan yang masuk berikutnya.
- Pada saat *bucket* berjungkit inilah pena akan menggores pias 0.5 skala (0.5 mm).

- Pena akan menggores pias dengan gerakan naik dan turun.
- Dari goresan pena pada skala pias dapat diketahui jumlah curah hujannya.



Gambar 4. weighing bucket

3) Penakar Hujan Tipe Weighing Bucket

Jenis alat penakar hujan ini terdiri dari corong penangkap air hujan yang ditempatkan di atas ember penampung air yang terletak di atas timbangan yang dilengkapi dengan alat pencatat otomatis. Cara kerja alat ini adalah:

- Alat pencatat otomatis pada timbangan dihubungkan ke permukaan kertas grafik yang tergulung pada sebuah kaleng silinder.
- Dengan demikian setiap terjadi hujan, air hujan tertampung oleh corong akan dialirkan ke dalam ember yang terletak di atas timbangan.
- Setiap ada penambahan air hujan ke dalam ember dapat tercatat pada kertas grafik.
- Setiap periode waktu tertentu gulungan kertas dilepaskan untuk dianalisis.

4) Penakar Hujan Tipe Optical

Penakar hujan tipe optical memiliki sensor untuk menangkap curah hujan sehingga disebut juga sebagai optical sensor. Penakar hujan ini bekerja dengan sensor lokal karena baru terekam ketika hujan mengenai sensor yang terpasang. Cara kerja dari penakar hujan tipe optical adalah:

- Penakar hujan tipe ini memiliki beberapa saluran.
- Di setiap saluran terdapat *diode* laser dan *photoresistor detector* untuk mendeteksi gambar yang terekam oleh sensor.
- Saat air telah terkumpul untuk membuat *single drop* lalu jatuh ke batang laser.
- Sensor diatur di *angle* yang tepat sehingga laser bisa langsung mendeteksi seperti lampu flash.
- *Flash* dari *photodetector* ini bisa dibaca dan dikirim ke *recorder*.

2. Alat Ukur Curah Hujan yang digunakan pada stasiun Barukku, Waeputangge dan Bancee

a. Stasiun Barukku



Gambar 5. Alat ukur curah hujan di stasiun Barukku

b. Stasiun Waeputangge



Gambar 6. Pos Curah Hujan Stasiun Waeputangge

c. Stasiun Bancee



Gambar 7. Alat ukur curah hujan di stasiun Bancee



Gambar 8. Pos Curah Hujan Stasiun Bancee

C. Pengertian Peramalan

Peramalan merupakan bagian integral dari kegiatan pengambilan keputusan, sebab efektif atau tidaknya suatu keputusan umumnya bergantung pada beberapa faktor yang tidak dapat dilihat pada waktu keputusan itu diambil. Peramalan merupakan suatu teknik untuk memprediksikan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data saat ini.

Metode peramalan melalui analisis suatu variabel yang akan diperkirakan dengan variabel atau fungsi waktu, dikenal sebagai metode hubungan *Time Series*. Deret waktu (*Time Series*) adalah serangkaian pengamatan terhadap suatu peristiwa, kejadian, gejala, atau variabel yang diambil dari waktu ke waktu, dicatat secara teliti menurut urutan-urutan waktu terjadinya, dan kemudian disusun sebagai data statistik. Analisis data *Time Series* dapat digunakan untuk mengetahui perkembangan satu atau beberapa kejadian dan hubungan atau pengaruhnya pada kejadian lainnya, sekaligus menghitung secara kuantitatif besarnya pengaruh suatu kejadian dengan kejadian lainnya apabila berhubungan. Data *Time Series* juga dapat digunakan untuk membuat ramalan berdasarkan garis regresi atau *trend*.

Dalam kehidupan sosial segala sesuatu itu serba tidak pasti, sulit diperkirakan secara tepat. Dalam hal ini perlu diadakan peramalan.

Peramalan yang dibuat selalu diupayakan agar dapat meminimalkan pengaruh ketidakpastian terhadap sebuah permasalahan. Dengan kata lain peramalan ini bertujuan untuk mendapatkan peramalan yang bisa meminimalkan kesalahan meramal (*forecast error*) yang biasa diukur dengan *Mean Square*, *Mean Absolute Error*, dan sebagainya (Juwono, 2000).

Disamping itu peramalan memberikan urutan pengerjaan dan pemecahan atas pendekatan suatu masalah dalam peramalan, sehingga apabila digunakan pendekatan yang sama dalam suatu permasalahan dalam kegiatan peramalan, maka didapat dasar pemikiran dan pemecahan yang sama. Kegunaan peramalan terlihat pada saat pengambilan keputusan. Keputusan yang baik dan bijaksana adalah keputusan yang didasarkan atas pertimbangan-pertimbangan yang akan terjadi pada waktu memutuskan.

D. Tujuan peramalan

Menurut (Gaspersz, 2005) tujuan peramalan adalah untuk meramalkan permintaan dan item-item *independent demand* di masa yang akan datang, sedangkan menurut (Subagyo, 2002 : 1) tujuan peramalan adalah mendapatkan peramalan yang bisa meminimalkan kesalahan meramal (*Forecast Error*) yang bisa diukur dengan *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Mean Squared Error*.

Salah satu cara untuk mengetahui ramalan curah hujan yang akan datang adalah dengan menggunakan analisis deret waktu. Analisis deret waktu adalah suatu pengamatan yang dibangun berurutan dalam waktu. Analisis ini dilakukan untuk memperoleh pola data deret waktu, dengan menggunakan pengamatan sebelumnya untuk memprediksi suatu nilai pada masa yang akan datang. Data yang dikumpulkan secara periodik berdasarkan urutan waktu, baik dalam jam, hari, minggu, bulan, maupun dalam tahun. Lebih lanjut, akan dilakukan prediksi (*forecasting*) melibatkan pengamatan data masa lalu dan menempatkannya ke masa mendatang dalam suatu bentuk matematis.

Dewasa ini telah dikembangkan sejumlah metode prediksi. Salah satu metode yang digunakan yaitu analisis deret waktu dengan metode Box-Jenkins atau dikenal dengan ARIMA. Analisis data dengan model ARIMA, terdiri dari tiga tahap yaitu identifikasi, penaksiran dan pengujian serta penerapan mode.

E. Tahap-tahap Peramalan

Ada sembilan langkah yang harus diperhatikan yang digunakan untuk menjamin efektivitas dan efisiensi dari sistem peramalan sebagai berikut (Gasperzs, 2005) :

1. Menentukan tujuan dari peramalan.
2. Memilih item yang akan diramalkan.

3. Menentukan horizon waktu peramalan : Apakah jangka panjang (lebih dari 1 tahun), jangka menengah (1-12 bulan), atau jangka pendek (1-30 hari).
4. Memilih model-model peramalan.
5. Memperoleh data yang dibutuhkan untuk melakukan peramalan.
6. Validasi model peramalan.
7. Membuat peramalan.
8. Implementasikan hasil-hasil peramalan.
9. Memantau keandalan hasil peramalan.

F. Pemodelan Deret Waktu

Analisis deret waktu pada dasarnya digunakan untuk melakukan analisis data yang mempertimbangkan pengaruh waktu. Data dikumpulkan secara periodik berdasarkan urutan waktu, bisa dalam jam, hari, minggu, bulan, kuartal dan tahun. Analisis deret waktu dapat dilakukan untuk membantu dalam menyusun perencanaan ke depan.

Untuk menentukan metode peramalan pada data deret waktu perlu diketahui pola dari data tersebut sehingga peramalan data dapat dilakukan dengan metode yang sesuai. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu pola musiman, siklis, trend, dan irregular. Pola musiman merupakan aktuasi dari data yang terjadi secara periodik dalam kurun waktu satu tahun, seperti triwulan, kuartalan, bulanan, mingguan, atau harian.

Untuk data model stokastik terdapat beberapa model yang dapat digunakan seperti AR, MA, ARMA, ARIMA, SARIMA dan lainnya.

Pemilihan model deret waktu yang sesuai dengan data akan menghasilkan keakuratan dalam peramalan (*forecasting*). Setiap model memiliki ciri masing-masing sehingga berdasarkan ciri tersebut kita jadikan acuan sebagai penentuan model yang cocok dari data. Beberapa model deret waktu tersebut adalah :

1. Model AR(p)

Deret waktu Y_t merupakan suatu proses AR (*Auto Regressive*) berorde p atau AR (p) dapat dinyatakan sebagai:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t$$

Dengan kata lain, Y_t merupakan kombinasi linier p buah nilai-nilai sebelumnya ditambah dengan galat pada saat t . Variabel galat e_t diasumsikan saling bebas terhadap Y_{t-1} , Y_{t-2} , ..., Y_{t-p} dan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan variansi σ^2 .

2. Model MA (q)

Model MA (*Moving Average*) berorde q merupakan suatu deret Y_t yang terbentuk dari galat pada waktu t dan galat-galat pada waktu sebelumnya yang diberi bobot, sehingga dapat dinyatakan sebagai :

$$Y_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

3. Model ARMA (p, q)

Model ARMA (*Auto Regressive Moving Average*) berorde p dan q merupakan proses deret waktu yang dibangun dari penggabungan antara AR (p) dan MA (q) dengan bentuk persamaan :

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q}$$

4. Model ARIMA (p, d, q)

Model ARIMA dilakukan pada data yang *didifferencing* sehingga data telah stasioner model ARIMA (p, d, q) merupakan gabungan dari model ARMA (p, q) dan proses *differencing*, yaitu:

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Y_t = \theta_q(B)e_t$$

Dalam analisis data deret waktu, proses baku yang harus dilakukan adalah

1. Memetakan nilai atas waktu, hal ini dilakukan untuk menelaah kestasioneran data, sebab jika data tidak stasioner maka harus distasionerkan melalui proses stasioneritas.
2. Menggambarkan *korelogram* (gambar fungsi autokorelasi), untuk menelaah apakah autokorelasi signifikan atau tidak, dan perlu tidaknya proses diferensi dilakukan. Jika autokorelasi data tidak signifikan, analisis data cukup menggunakan analisis regresi sederhana data atas waktu, sedangkan jika signifikan harus menggunakan analisis regresi deret waktu. Jika data ditransformasikan, maka proses pemetaan data dan

penggambaran *korelogram*, sebaiknya dilakukan juga pada data hasil transformasi, untuk menelaah apakah proses transformasi ini sudah cukup baik dalam upaya menstasionerkan data.

3. Jika dari *korelogram* disimpulkan bahwa autokorelasi signifikan, maka bangun model regresi deret waktu dan lakukan penaksiran baik dalam kawasan waktu maupun kawasan frekuensi.
4. Lakukan proses peramalan dengan metode yang sesuai dengan kondisi data dan untuk mendapatkan hasil yang memuaskan sebaiknya gunakan metode Box-Jenkins.

Ada beberapa tujuan dari analisis deret waktu yaitu (Chatfield, 1984) :

1. Penggambaran (*Description*)

Langkah pertama dalam analisis deret waktu biasanya adalah memplot data dan kemudian mencari beberapa ukuran-ukuran deskriptif sederhana dari deret tersebut. Dengan melihat plot kita bisa memperhatikan ada atau tidaknya komponen-komponen tren (*trend*), musiman (*seasonal*), dan komponen siklus (*cyclic*). Selain itu dengan melihat plot data deret waktu kita bisa mengamati adanya pencilan (*outliers*) dan adanya perubahan titik (*turning points*). Pencilan dapat berupa observasi yang benar (*valid*), namun dapat juga bersifat aneh (*freak*). Untuk perubahan titik biasanya berhubungan dengan perubahan dari tren naik menjadi tren turun. Selain itu, kita juga bisa menghitung

statistik deskriptif dasar seperti fungsi autokorelasi, autokovarians, dan periodogram (Kitagawa, 2010).

2. Pemaparan (*Explanation*)

Apabila observasi diambil pada dua atau lebih pengubah, maka variasi dalam deret waktu bisa digunakan untuk menjelaskan variasi dalam deret waktu lain. Model regresi berganda dan sistem-sistem linear akan berguna dalam tahap ini. Sebagai contoh bagaimana air laut dipengaruhi oleh suhu dan tekanan.

3. Prediksi (*Prediction*)

Dengan ketersediaan data deret waktu maka kita bisa meramal atau memprediksi nilai-nilai data untuk masa depan. Prediksi atau peramalan ini berhubungan erat dengan pengawasan karena suatu tindakan akan dilakukan oleh suatu perusahaan apabila terjadi sesuatu di luar dari prediksi targetnya.

4. Pengawasan (*Control*)

Jika analisis deret waktu telah menunjukkan mutu dari proses produksi maka analisis digunakan untuk melakukan pengawasan terhadap proses. Dalam kendali mutu statistika observasi diplot dalam diagram kontrol, kemudian pengawas akan mempelajari diagram tersebut.

G. Jenis-Jenis Peramalan

1. Menurut Arman (Hakim Nasution, 2003) jenis peramalan dilihat dari sifat penyusunannya, dibedakan atas dua macam, yaitu :

a. Peramalan Yang Bersifat Subjektif

Peramalan Subjektif lebih menekankan pada keputusan-keputusan hasil diskusi, pendapatan pribadi seseorang dan institusi yang meskipun kelihatan kurang ilmiah tetapi dapat memberikan hasil ilmiah yang baik, Peramalan Subjektif akan diwakili oleh :

1) Metode Delphi

Metode Delphi merupakan cara sistematis untuk mendapatkan keputusan bersama dari suatu grup yang terdiri dari para ahli dan berasal dari disiplin yang berbeda. Metode Delphi ini dipakai dalam peramalan teknologi yang sudah digunakan pada pengoperasian jangka panjang.

2) Metode Penelitian Dasar

Metode ini mengumpulkan dan menganalisa fakta secara sistematis pada bidang yang berhubungan dengan pemasaran. Penelitian dasar sering digunakan dalam merencanakan produk baru, system periklanan dan promosi yang tepat.

b. Peramalan Objektif

Peramalan Objektif merupakan prosedur peramalan yang mengikuti aturan-aturan matematis dan statistik dalam menunjukkan hubungan antara permintaan dengan satu atau lebih variabel yang mempengaruhinya. Peramalan objektif terdiri atas 2 metode :

1) Metode Instrinsik

Metode ini membuat peramalan hanya berdasarkan pada proyeksi permintaan histeris tanpa mempertimbangkan faktor-faktor internal yang mungkin mempengaruhi besarnya permintaan.

2) Metode Ekstrinsik

Metode ini mempertimbangkan faktor-faktor eksternal yang mungkin dapat mempengaruhi besarnya permintaan dimasa datang dalam model peramalan. (Arman Hakim Nasution, 2003).

2. Peramalan dilihat dari horizon waktunya menurut (Render dan Heizer, 2001) ada tiga yaitu :

a. Peramalan Jangka Panjang.

b. Rentang waktunya biasanya tiga tahun atau lebih.

c. Peramalan Jangka Menengah.

Ramalan jangka menengah biasanya berjalan tiga bulan hingga tiga tahun.

d. Peramalan Jangka Pendek.

Rentang waktunya mencapai satu tahun tetapi umumnya kurang dari tiga bulan.

H. Metode Peramalan

Metode peramalan dapat dibagi dalam dua kategori utama, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif lebih banyak menuntut analisis yang didasarkan pada perkiraan intuitif, perkiraan logis dan informasi atau pengetahuan yang telah diperoleh peneliti sebelumnya. Satu ciri metode ini adalah faktor yang mempengaruhi dan cara menilainya sangat bersifat pribadi dan sulit ditirukan orang lain.

Terkait dengan ramalan kuantitatif, metode peramalannya pada dasarnya dapat dibedakan atas :

- a. Metode peramalan melalui analisis suatu variabel yang akan diperkirakan dengan variable waktu, yang dikenal dengan metode hubungan deret waktu. Data yang digunakan adalah data deret waktu (*time series*).
- b. Metode peramalan melalui analisis pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel-variabel lain yang

mempengaruhinya (waktu dan/serta bukan waktu). Metode ini sering disebut metode hubungan sebab akibat (*causal method*). Data yang digunakan dapat berupa data *time series* maupun data *cross section*.

- c. Berbeda dengan metode kualitatif, pada metode kuantitatif dibutuhkan informasi masa lalu yang dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik. Peramalan kuantitatif adalah peramalan yang berdasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu. Metode peramalan secara kuantitatif mendasarkan ramalannya pada metode statistika dan matematika. Terdapat dua jenis model peramalan kuantitatif, yaitu model deret waktu (*Time Series*) dan model regresi.

Data Deret Waktu (*Time Series*) adalah nilai-nilai suatu variabel yang berurutan menurut waktu. Pada dasarnya setiap nilai dari hasil pengamatan (data), selalu dapat dikaitkan dengan waktu pengamatannya. Hanya pada saat analisisnya, kaitan variabel waktu dengan pengamatan sering tidak dipersoalkan. Dalam hal kaitan variabel waktu dengan pengamatan diperhatikan, sehingga data dianggap sebagai fungsi atas waktu, maka data seperti ini dinamakan Data Deret Waktu (*Time Series*). Karena data deret waktu merupakan regresi data atas waktu, dan salah satu segi (*aspect*) pada data deret waktu adalah terlibatnya sebuah besaran yang dinamakan Autokorelasi (*autocorrelation*) yang konsepnya sama dengan korelasi untuk data bivariat, dalam analisis regresi biasa.

Signifikansi autokorelasi menentukan analisis regresi yang harus dilakukan pada data deret waktu.

Pada data *time series* nilai pengamatan suatu periode waktu diasumsikan dipengaruhi oleh nilai pengamatan pada periode waktu sebelumnya. Sehingga, analisis data *time series* memungkinkan untuk melakukan peramalan (*forecasting*) di masa mendatang.

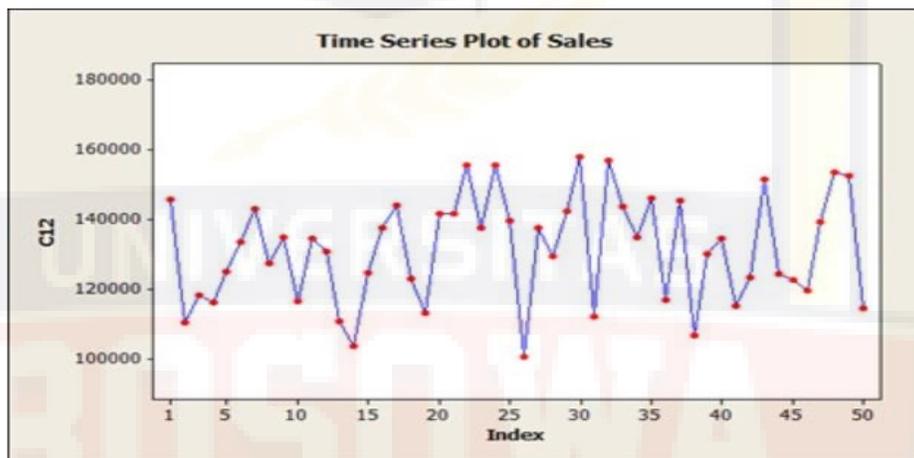
Analisis data *time series* dapat digolongkan berdasarkan banyaknya peubah yang menjadi pengamatan. Data *time series* yang diambil dari satu peubah pengamatan disebut dengan *time series* univariat.

Analisis pada data *time series* univariat biasanya dimodelkan dalam beberapa metode seperti *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), *Autoregressive Moving Average* (ARMA), ataupun *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA).

Jenis Data *Time Series* Berdasarkan Plot Data, yang termasuk dalam jenis *time series* kemudian dapat diplot berdasarkan waktu. Hal ini dilakukan untuk mengamati pola dari data untuk selanjutnya menentukan langkah analisis yang akan dilakukan. Berdasarkan bentuk pola yang dibentuk, data *time series* dapat dibagi menjadi empat.

1. Data Stasioner.

Data yang stasioner dapat diartikan sebagai data yang relatif konstan. Suatu data dapat dikategorikan stasioner atau konstan dapat dilihat dari plot data yang menyebar disekitaran rata-rata serta ragamnya konstan.



Gambar 9. Contoh data time series pola stasioner

2. Data *Time Series*

Data *Time Series* dapat juga berbentuk *trend*. Artinya, plot data menyebar membentuk suatu kecenderungan menaik ataupun menurun secara konstan. Meskipun dalam realitanya data yang konstan menaik ataupun menurun jarang sekali ditemukan, namun data yang telah menaik atau menurun dalam jangka waktu yang cukup panjang sudah dapat dikatakan sebagai data yang memuat pola *trend*.

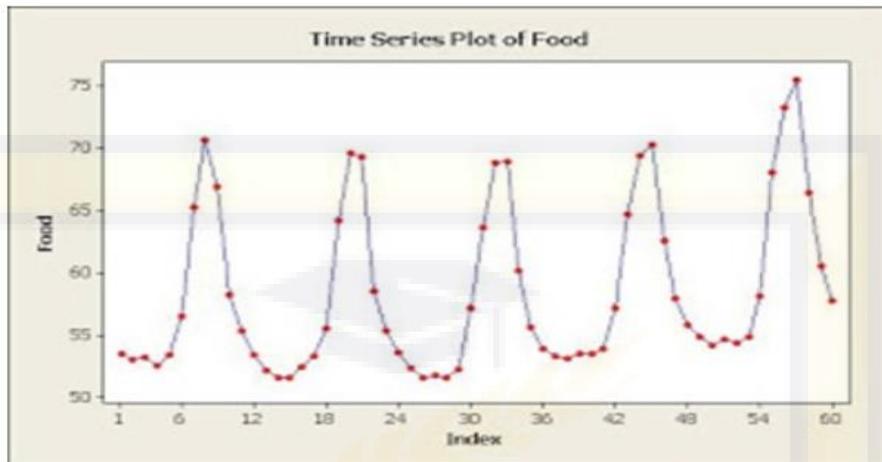


Gambar 10. Contoh data yang memiliki pola trend

Pada gambar 10. dari data biaya diperoleh bentuk pola plot data membentuk trend menaik. Data dengan pola trend, baik menaik ataupun menurun dikategorikan sebagai data yang tidak stasioner, dan perlu ditransformasi terlebih dulu untuk menjadikan data menjadi stasioner sebelum dianalisis.

3. Data Yang Berpola Musiman.

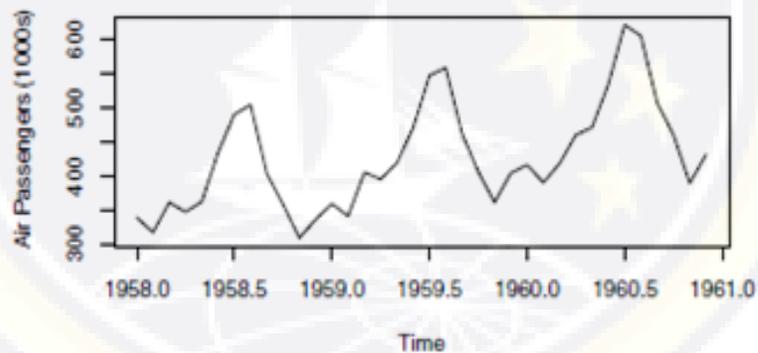
Data ini merupakan data berpola *trend* yang dibentuk oleh faktor musiman dan cenderung berulang namun teratur. Pola data musiman dapat mempunyai pola musim yang berulang dari periode ke periode berikutnya. Misalnya pola yang berulang setiap bulan tertentu, tahun tertentu, atau minggu tertentu.



Gambar 11. Contoh data yang memiliki pola musiman

4. Data menyerupai pola musiman

Pola lain yang dapat terbentuk pada data *time series* adalah pola siklik atau siklus. Pola siklus berbentuk *trend* yang memuat musiman namun periode musimannya lebih panjang.



Gambar 12. Contoh data berpola siklus

1. Pengertian Metode Peramalan

Metode peramalan merupakan cara memperkirakan atau mengestimasi secara kuantitatif maupun kualitatif mengenai yang terjadi pada masa depan, berdasarkan data yang relevan pada masa lalu (Juwono, 2000). Kegunaan metode peramalan adalah untuk memperkirakan secara sistematis pragmatis atas dasar data yang relevan pada masa lalu. Dengan demikian peramalan diharapkan dapat memberikan objektivitas yang lebih besar.

Metode peramalan memberikan urutan dan pemecahan atas pendekatan masalah dalam peramalan, sehingga bila digunakan pendekatan yang sama atas permasalahan, maka akan didapatkan dasar pemikiran dan pemecahan yang argumentasinya sama (Lusiani, 2010).

2. Jenis-Jenis Metode Peramalan

- a. Metode Box Jenkins, merupakan deret waktu dengan menggunakan model matematis dan digunakan untuk peramalan jangka pendek. Untuk mendapatkan nilai prediksi yang akan datang, metode Box Jenkins menggunakan nilai sebelumnya dari suatu variabel atau nilai kesalahan di masa lalu. Metode Box Jenkins juga tidak menghasilkan metode yang deterministik sehingga kualitas model sangat tergantung pada kualitas data *Time Series* yang digunakan.
- b. Metode proyeksi trend dengan regresi, merupakan metode yang digunakan baik untuk jangka pendek maupun jangka panjang. Metode

ini merupakan garis trend untuk persamaan matematis. Keuntungan metode ini hasilnya lebih akurat dan lebih profesional sehingga hasil peramalan diharapkan mendekati aktualnya.

- c. Metode Pemulusan (*Smoothing*), merupakan jenis peramalan jangka pendek seperti perencanaan persediaan, perencanaan keuangan. Tujuan penggunaan metode ini adalah untuk mengurangi ketidakteraturan data masa lampau seperti musiman. Ada tiga macam teknik Pemulusan. Metode *Smoothing* dilakukan dengan cara yaitu Metode *Moving Average*, pemulusan Eksponensial, dan metode Peramalan Holtwinters (Lusiani, 2011).

Menurut (Render dan Heizer, 2001) ada dua jenis pendekatan dalam peramalan :

1. Metode Kuantitatif

Metode ini menggunakan berbagai model matematis yang menggunakan data historis dan atau variabel-variabel kausal untuk meramalkan permintaan.

- a. Model kausal

- 1) *Proyeksi Trend*

Metode peramalan dengan proyeksi trend ini mencocokkan garis trend kerangkaian titik data historis dan kemudian memproyeksi garis itu kedalam ramalan jangka menengah hingga jangka panjang.

Jika mengembangkan garis trend linier dengan metode statistik, metode yang tepat digunakan adalah metode kuadrat kecil (*Least square method*). Pendekatan ini menghasilkan garis lurus yang meminimalkan jumlah kuadrat perbedaan *vertical* dari garis pada setiap observasi aktual. Menurut (Djarwanto, 2001) rumus untuk proyeksi trend dengan metode kuadrat terkecil adalah sebagai berikut :

$$Y = a + b x$$

Dengan :

Y = Ramalan jumlah produksi.

a = Nilai rata-rata ramalan produksi.

b = koefisien kecondongan garis trend

x = waktu dalam triwulan

mencari nilai a dan b untuk proyeksi trend dengan metode kuadrat terkecil :

$$a = \frac{\sum Y}{n}$$

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

2) Analisis Regresi Linier

Metode ini selain menggunakan nilai historis untuk variabel yang diramalkan banyak faktor-faktor yang bisa dipertimbangkan, misalnya dalam membuat perencanaan produksi harus mempertimbangkan kesiapan tenaga kerja, kesiapan kondisi mesin yang baik. Menurut (Sumayang, 2003) rumus analisis regresi linier adalah :

$$y = a + bx$$

Dengan :

y = perkiraan

a = y *intercept* atau nperpotongan garis regresi dengan sumbu y , yaitu besarnya perkiraan *variable dependent* y pada saat tidak ada pengaruh x .

b = *slope* atau sudut kemiringan garis regresi, yang menunjukkan besarnya pengaruh perubahan x terhadap perubahan y .

x = *variable independent* sesuatu yang secara hipotesis mempengaruhi y .

Rumus mencari nilai a dan b untuk garis regresi :

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y \sum X^2 - \sum X \sum XY}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

b. Model *Time Series* :

1) *Forecasting* dengan metode *Moving Average* (Rata-rata bergerak)

Rata-rata bergerak (*Moving Average*) adalah suatu metode peramalan yang dilakukan dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan, mencari nilai rata-rata tersebut sebagai ramalan untuk periode yang akan datang (Subagyo, 2008). Istilah rata-rata bergerak digunakan karena setiap kali data observasi baru tersedia, maka angka rata-rata yang baru tersedia, maka angka rata-rata yang baru dihitung dan diperuntukkan sebagai ramalan (Lusiana, 2011).

a. Metode Rata-Rata Bergerak Tunggal (*Single Moving Average*) :

Metode Rata-Rata Bergerak Tunggal menggunakan sejumlah data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan untuk permintaan dimasa yang akan datang. Metode ini mempunyai dua sifat khusus yaitu untuk membuat *forecast* memerlukan data historis dalam jangka waktu tertentu, semakin panjang *moving average* akan menghasilkan *Moving Averages* yang semakin halus.

Menentukan ramalan dengan metode *Single Moving Average* cukup mudah dilakukan. Bila akan menerapkan 4 bulan rata-rata bergerak, maka ramalan pada bulan Mei dihitung sebesar rata-rata dari 4 bulan sebelumnya, yaitu bulan Januari, Februari, Maret, April. Persamaan Matematis dari teknik ini adalah :

$$S't = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_t}{t} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

$S't$ = *Forecast* untuk period ke t+1.

X_t = Data pada periode t.

t = Jangka waktu *Moving Averages*.

Keterangan khusus *Single Moving Average* sebagai berikut :

- Untuk menentukan ramalan pada periode yang akan datang memerlukan data historis selang jangka waktu tertentu.
- Semakin panjang jangka waktu *Moving Average*, efek pelicinan semakin terlihat dalam ramalan atau menghasilkan *Moving Average* yang semakin halus. Artinya pada *Moving Average* jangka waktunya lebih panjang, perbedaan ramalan terkecil dalam ramalan terbesar menjadi lebih kecil.
- Prinsip : melakukan perhitungan nilai tengah (rerata) dari beberapa periode waktu (disebut orde dari MA) untuk digunakan sebagai peramaan periode waktu berikutnya.

Dalam hal ini, metode yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah *Moving Average*.

Pada penyusunan Tugas Akhir ini, peramalan yang digunakan adalah peramalan kuantitatif dengan menggunakan metode *Moving Average* yaitu metode *Single Moving Average*.

b. Metode Rata-Rata Bergerak Ganda (*Double Moving Average*) :

Dasar pemikiran metode ini yaitu melakukan moving average atau rata-rata bergerak kedua, yang hasilnya diharapkan dapat memperkecil kesalahan sistematis yang mungkin terjadi pada peramalan rata-rata bergerak tunggal.

Dalam menentukan ramalan dengan metode *Double Moving Average* sedikit lebih sulit dibandingkan dengan metode *Single Moving Average*.

Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Menghitung *Moving Average* / rata-rata bergerak, diberi simbol S^t , dihitung dari data historis yang ada. Hasilnya diletakkan pada periode *Moving Average* pertama.
- Menentukan *Moving Average* / rata – rata bergerak kedua, diberi simbol $S''t$, dihitung dari rata-rata bergerak kedua. Hasilnya diletakkan pada periode *Moving Average* kedua.

$$S''t = \frac{S^t_{t-1} + S^t_{t-2} + \dots + S^t_{t-t}}{t} \dots\dots\dots(2)$$

- Menentukan besarnya nilai α_t (konstanta)

$$\alpha_t = S't + (S't - S''t)$$

$$\alpha_t = 2S't - S''t \dots\dots\dots(3)$$

- Menentukan besarnya nilai b_t (*slope*)

$$b_t = \frac{2}{t-1} (S't - S''t) \dots\dots\dots(4)$$

- Menentukan besarnya ramalan (*forecast*)

$$F_t = \alpha_t + b_t \dots\dots\dots(5)$$

Dengan :

$S't$ = Moving Average pertama

$S''t$ = Moving Average kedua

α_t = konstanta

b_t = slope

t = jumlah periode rata-rata bergerak

F = Peramalan

Metode *Double Moving Average* memiliki karakteristik khusus, yaitu :

- Dapat menghitung adanya trend
- Disebut juga dengan metode rata-rata bergerak linear

2) Metode Penghalusan Eksponensial

Metode Penghalusan Eksponensial adalah metode peramalan dengan melakukan penghalusan pada data masa lalu yaitu dengan mengambil rata – rata dari nilai beberapa tahun untuk meramalkan nilai beberapa tahun ke depan, metode ini digunakan untuk peramalan jangka pendek. Metode ini mengasumsikan bahwa data berfluktuasi disekitar nilai mean yang tetap, tanpa trend atau pola pertumbuhan konsisten. Tidak seperti moving average, exponential smoothing memberikan penekanan yang lebih besar terhadap time series saat ini melalui penggunaan konstanta smoothing. Konstanta smoothing berkisar dari 0 ke 1, nilai yang paling dekat dengan 1 memberikan penekanan terbesar pada nilai terbaru sedangkan nilai yang dekat dengan 0 memberi penekanan pada titik data sebelumnya. Meskipun demikian pemulusan eksponensial hanya meratakan nilai yang lalu dan nilai saat ini dari deret waktu.

- Pemulusan eksponensial tunggal

Pemulusan eksponensial tunggal digunakan untuk data runtut waktu yang digunakan mengikuti pola stationer dan untuk memprediksi suatu periode dengan menggunakan pola data horizontal.

- Pemulusan eksponensial ganda

Pemulusan eksponensial ganda biasanya digunakan dalam peramalan data runtun waktu yang mengikuti suatu *trend* linear.

3) Metode Holt-Winters

Metode Holt-Winters sering disebut metode pemulusan yang melakukan pendekatan. Metode peramalan pemulusan Holt-Winters digunakan untuk mengatasi permasalahan adanya trend dan indikasi pola musiman pada suatu *time series* data sehingga pada sampel data curah hujan bulanan yang digunakan perlu dilakukan uji trend dan seasonality untuk mengetahui adanya trend dan faktor musiman yang terdapat pada data uji. Metode ini terbagi menjadi dua bagian, yaitu :

- a. Metode pemulusan eksponensial Holt-winters dengan metode perkalian musiman (*Multiplicative Seasonal Method*) yang digunakan untuk variasi data musiman yang mengalami peningkatan/penurunan (fluktuasi).
- b. Metode pemulusan eksponensial Holt-Winters dengan metode penambahan musiman (*Addative Seasonal Method*) yang digunakan untuk variasi musiman yang bersifat konstan.

2. Metode Kualitatif

Peramalan kualitatif yaitu dengan memanfaatkan faktor-faktor penting seperti intuisi, pengalaman pribadi dan sistem nilai pengambilan keputusan.

Ada lima teknik peramalan Kualitatif yaitu :

- a. Juri dari opini eksekutif metode ini mengambil opini dari sekelompok kecil manajer tingkat tinggi, sering kali di kombinasikan dengan

model-model statistik, dan menghasilkan estimasi permintaan kelompok.

- b. Gabungan Armada penjualan. Dalam metode ini mengkombinasikan armada penjualan dari masing-masing daerah lalu untuk meramalkan secara menyeluruh.
- c. Metode *Delphi*. Proses kelompok interaktif ini memungkinkan para ahli yang memungkinkan tinggal diberbagai tempat untuk membuat ramalan.
- d. Survei pasar konsumen. Metode memperbesar masukkan dari pelanggan atau calon pelanggan tanpa melihat rencana pembelian masa depannya.
- e. Pendekatan *Naif*. Cara sederhana untuk peramalan ini mengamsumsikan bahwa permintaan pada periode berikutnya adalah sama dengan permintaan pada periode sebelumnya. Pendekatan *Naif* ini adalah model peramalan yang efektif dan efisiensi biaya.

I. Menghitung Kesalahan Ramalan

Hasil proyeksi yang akurat adalah forecast yang bisa meminimalkan kesalahan meramal (*forecast error*). Besarnya *forecast error* dihitung dengan mengurangi data riil dengan besarnya ramalan.

$$\text{forecast error (e)} = X_t - F_t \dots\dots\dots(6)$$

Dengan :

X_t : data riil periode ke- t

F_t : remalan periode ke- t

t : periode

e : nilai galat

Salah satu cara mengevaluasi teknik peramalan adalah menggunakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang sebenarnya terjadi. Ada tiga ukuran yang biasa digunakan dalam menghitung *forecast error*, yaitu :

1. *Mean Absolute Deviation (MAD)*

Metode untuk mengevaluasi metode peramalan menggunakan jumlah dari kesalahan-kesalahan yang absolut. *Mean Absolute Deviation (MAD)* mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai absolut masing-masing kesalahan). *Mean Absolute Deviation (MAD)* adalah nilai total absolut dari *forecast error*, tanpa menghiraukan tanda negatif maupun positif. MAD berguna ketika mengukur kesalahan ramalan dalam unit yang sama sebagai deret asli.

Nilai MAD dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$MAD = \frac{\sum |Forecast Error|}{n} \dots\dots\dots(7)$$

2. *Mean Square Error (MSE)*

Mean Squared Error (MSE) adalah kuadrat rata-rata kesalahan meramal adalah metode lain untuk mengevaluasi metode peramalan. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Kemudian dijumlahkan dan ditambahkan dengan jumlah observasi. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan. Metode itu menghasilkan kesalahan-kesalahan sedang yang kemungkinan lebih baik untuk kesalahan kecil, tetapi kadang menghasilkan perbedaan yang besar.

$$MSE = \frac{\sum |Forecast Error|^2}{n} \dots\dots\dots(8)$$

3. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Kemudian, merata-rata kesalahan persentase absolut tersebut. Pendekatan ini berguna ketika ukuran atau besar variabel ramalan itu penting dalam mengevaluasi

ketepatan ramalan. MAPE mengindikasikan seberapa besar kesalahan dalam meramal yang dibandingkan dengan nilai nyata.

$$MAPE = \frac{\sum \left| \frac{e}{x_t} \right| \times 100\%}{n} \dots\dots\dots(8)$$

Tabel 1. Range *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

Range MAPE	Keterangan
< 10 %	Kemampuan Model Peramalan Sangat Baik
10 – 20 %	Kemampuan Model Peramalan Baik
20 – 5- %	Kemampuan Model Peramalan Layak
>50 %	Kemampuan Model Peramalan Buruk

Mean Absolute Deviation (MAD) digunakan untuk mengukur kesalahan peramalan dalam unit ukuran yang sama seperti data aslinya. Mean Square Error (MSE) digunakan karena menghasilkan kesalahan yang moderat yang lebih disukai oleh suatu peramalan yang biasanya menghasilkan kesalahan yang lebih kecil tetapi kadang-kadang menghasilkan kesalahan yang sangat besar. Mean Absolute Percent Error (MAPE) digunakan jika ukuran variabel peramalan merupakan faktor penting dalam mengevaluasi akurasi peramalan tersebut. Mean Absolute Percent Error (MAPE) memberikan petunjuk seberapa besar kesalahan peramalan dibandingkan dengan nilai sebenarnya dari series tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini merupakan Studi Analisis Curah Hujan dengan pemodelan deret waktu yang secara geografis Daerah Aliran Sungai (DAS) Walanae terletak pada posisi $3^{\circ} 59' 03''$ - $5^{\circ} 8' 45''$ LS dan $119^{\circ} 47' 09''$ – $120^{\circ} 47' 03''$ BT dan secara administratif masuk dalam wilayah Kabupaten Maros, Bone, Soppeng dan Wajo. DAS Walanae terdiri dari 7 (tujuh) Sub DAS, yaitu; Batu Puteh, Malanroe, Mario, Minraleng, Sanrego, dan Walanae. Dari ketujuh Sub DAS tersebut Sebagian besar memiliki bentuk DAS memanjang, hanya Sub DAS Malanroe dan Walanae Hilir yang memiliki bentuk radial.

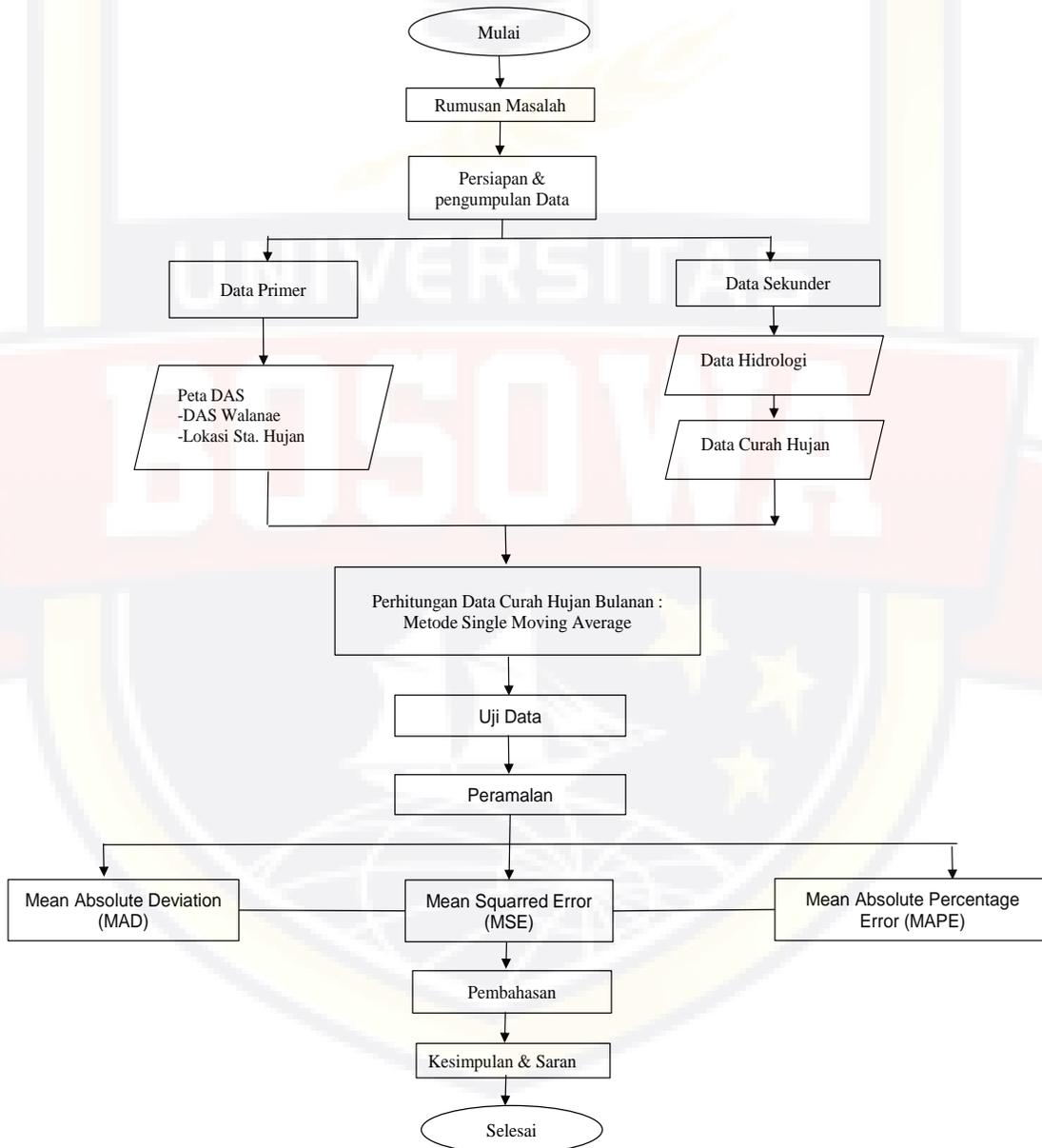
Di tengah DAS Walanae terdapat sebuah danau yaitu Danau Tempe. Danau Tempe adalah danau alami terbesar kedua di Pulau Sulawesi. Ada dua sungai utama dengan 28 anak sungai yang mengalir ke dalam sistem danau Tempe, yaitu Sungai Bila dai utara dan Sungai Walanae dari selatan. Sungai Walanae berhulu di Pegunungan Bonto Tangui-Bohonglangi di perbatasan Kabupaten Bone dengan Kabupaten Gowa serta Kabupaten Maros. Sungai ini mengalir sekira 180 km dari selatan ke utara menuju Aluvial Danau Tempe dan berbelok ke timur hingga bermuara ke Teluk Bone di Kabupaten Bone. Nama Walanae

diambil dari nama sebuah dusun di Desa Pattuku, Kecamatan Bontocani, Kabupaten Bone. Namun diwilayah hilir, Sungai Walane lebih dikenal dengan nama Sungai Cenranae.



B. Bagan Alir (Flow Chart) Penelitian

Pada bagan alir dibawah ini dijelaskan secara garis besar tahapan-tahapan yang akan dilakukan untuk menganalisis curah hujan dengan pemodelan deret waktu pada DAS Walanae.



Gambar 13. Bagan Alir Penelitian

C. Persiapan dan Pengumpulan Data

1. Persiapan

Tahap ini merupakan tahapan awal dalam melaksanakan suatu penelitian, yang dilakukan pada tahap ini adalah mencari bahan bacaan, laporan, juga menganalisis serta mempelajari dan memahami literatur yang berkaitan dengan penelitian ini.

2. Pengumpulan Data

- Data curah hujan harian yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang.
- Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) yang diperoleh dari dokumen-dokumen yang sudah ada dari Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang

D. Metode Analisa Data

Untuk menunjang tercapainya maksud dan tujuan dari penelitian ini, maka salah satu langkah awal yang terpenting dari kegiatan yang dilakukan adalah pengumpulan data. Adapun data yang telah dikumpulkan yaitu data curah hujan harian rata-rata bulanan pada tahun 2018 dan tahun 2019.

1. Data Curah Hujan Harian rata-rata Bulanan

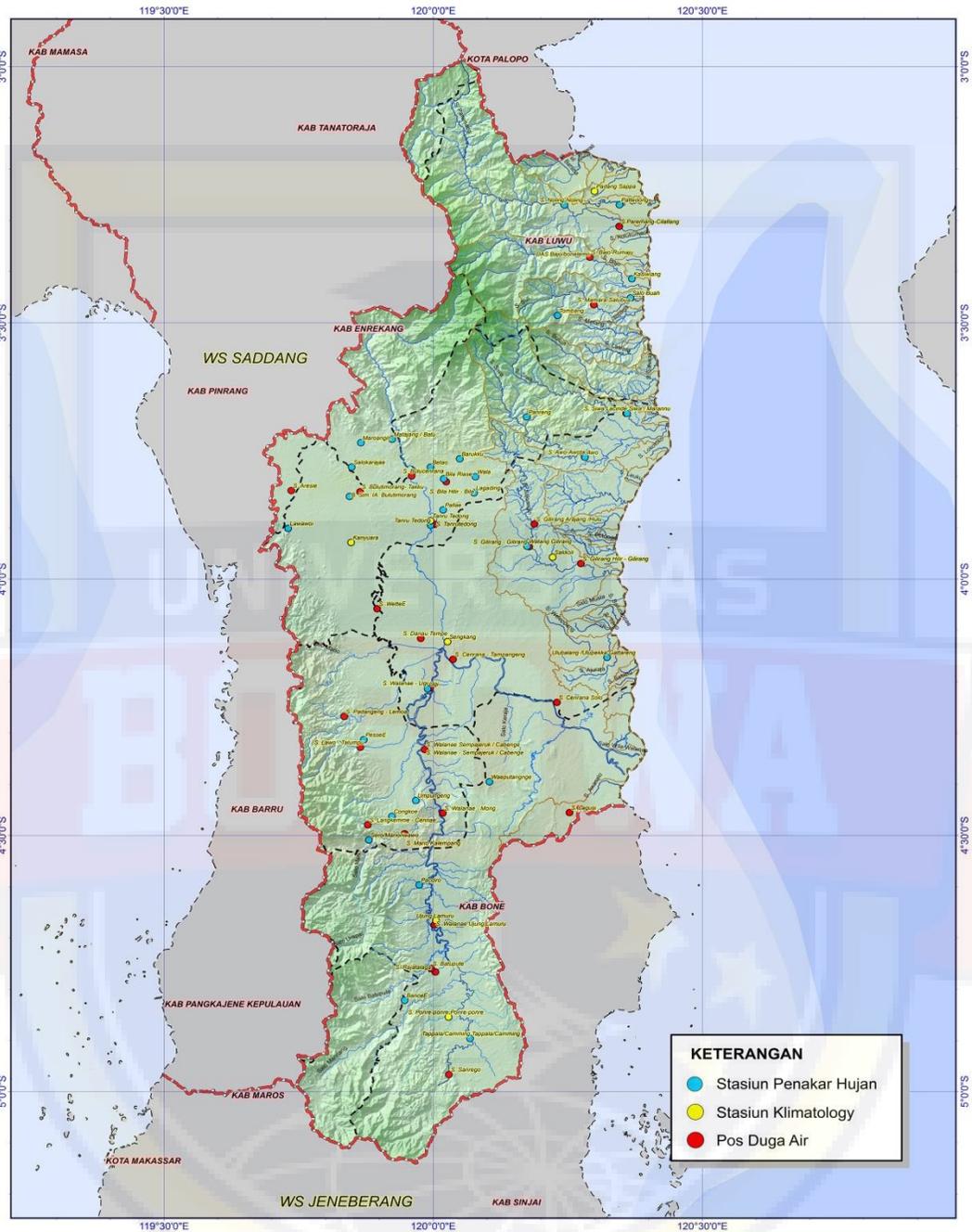
Tabel 2. Data Curah Hujan DAS Walanae

Stasiun Hujan	Tahun	Curah Hujan (mm)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nov	Des
Barukku	2018										41	83	87
	2019	77	67	91	81	60	64	43	56	54	34	36	40
Waeputangnge	2018										21	91	54
	2019	59	75	80	60	120	70	56	67	62	64	63	72
Bancee	2018										11	15	21
	2019	17	17	18	25	15	28	18	23	21	22	21	29

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Jeneberang

2. Peta DAS Walanae dan Lokasi Studi (Stasiun Hujan)





Gambar 14. Peta DAS Walanae

E. Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan data curah hujan harian rata-rata bulanan dari stasiun hujan dalam lingkup DAS Walanae untuk mengatasi periode waktu yang terlalu lebar. Dengan metode ini dapat meningkatkan akurasi hasil ramalan yang dapat memodelkan ramalan curah hujan DAS Walanae.

Tahapan penelitian terdiri dari beberapa langkah dasar, yaitu :

1. Pengumpulan pustaka/referensi yang berhubungan dengan penelitian.
2. Pengumpulan data berupa : data curah hujan, peta DAS Walanae, dan data lokasi studi.
3. Mengolah data curah hujan
4. Perhitungan data curah hujan dengan metode *Single Moving Average* (MA)
5. Kesimpulan dan saran.

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan analisis dan pembahasan terhadap data runtun waktu. Data yang akan digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder, yaitu data curah hujan harian rata-rata bulanan dari tahun 2018 sampai dengan 2019 pada 3 (tiga) stasiun hujan di DAS Walanae. Untuk dapat melakukan peramalan diperlukan data-data dari periode sebelumnya. Data dari periode sebelumnya digunakan sebagai panduan untuk dapat melakukan peramalan.

A. Perhitungan Peramalan Curah Hujan Dengan Metode *Single Moving*

Average Dan Double Moving Average

1. Stasiun Hujan Barukku

$$S'_t = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_t}{t}$$

$$S'_{t(1)} = \frac{41 + 83 + 87}{3} = \frac{211}{3} = 70,33$$

$$S'_{t(2)} = \frac{83 + 87 + 77}{3} = \frac{247}{3} = 82,33$$

$$S'_{t(3)} = \frac{87 + 77 + 67}{3} = \frac{231}{3} = 77$$

$$S'_{t(4)} = \frac{77+67+91}{3} = \frac{235}{3} = 78,33$$

$$e = X_t - S'_t$$

$$e = 77 - 70,33 = 6,67$$

Untuk hasil perhitungan selanjutnya pada stasiun Barukku dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Peramalan Curah Hujan Harian Rata-Rata Bulanan Stasiun Barukku

Tahun	Bulan	Data hujan harian rata-rata bulanan	Single Moving Average					
			S't	e	e	e ²	$\left \frac{e}{X_t}\right \times 100\%$	
2018	Oktober	41						
	November	83						
	Desember	87						
2019	Januari	77	70.33	6.67	6.67	44.44	8.66	
	Februari	67	82.33	-15.33	15.33	235.11	22.89	
	Maret	91	77.00	14.00	14.00	196.00	15.38	
	April	81	78.33	2.67	2.67	7.11	3.29	
	Mei	60	79.67	-19.67	19.67	386.78	32.78	
	Juni	64	77.33	-13.33	13.33	177.78	20.83	
	Juli	43	68.33	-25.33	25.33	641.78	58.91	
	Agustus	56	55.67	0.33	0.33	0.11	0.60	
	September	54	54.33	-0.33	0.33	0.11	0.62	
	Oktober	34	51.00	-17.00	17.00	289.00	50.00	
	November	36	48.00	-12.00	12.00	144.00	33.33	
	Desember	40	41.33	-1.33	1.33	1.78	3.33	
2020	Januari	61	36.67	24.27	24.27	588.87	39.82	
	Σ	974.93			152.27	2712.87	290.45	

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Stasiun Hujan Waeputangnge

$$S'_t = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_t}{t}$$

$$S'_{t(1)} = \frac{21+91+54}{3} = \frac{166}{3} = 55,33$$

$$S'_{t(2)} = \frac{91+54+59}{3} = \frac{204}{3} = 68$$

$$S'_{t(3)} = \frac{54+59+75}{3} = \frac{188}{3} = 62,67$$

$$S'_{t(4)} = \frac{59+75+80}{3} = \frac{214}{3} = 71,33$$

$$e = X_t - S'_t$$

$$e = 59 - 55,33 = 3,67$$

Untuk hasil perhitungan selanjutnya pada stasiun Waeputangnge dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Peramalan Curah Hujan Harian Rata-Rata Bulanan Stasiun Waeputangge

Tahun	Bulan	Data hujan harian rata-rata bulanan	Single Moving Average				
			S't	e	e	e ²	$\left \frac{e}{X_t}\right \times 100\%$
2018	Oktober	21					
	November	91					
	Desember	54					
2019	Januari	59	55.33	3.67	3.67	13.44	6.21
	Februari	75	68.00	7.00	7.00	49.00	9.33
	Maret	80	62.67	17.33	17.33	300.44	21.67
	April	60	71.33	-11.33	11.33	128.44	18.89
	Mei	120	71.67	48.33	48.33	2336.11	40.28
	Juni	70	86.67	-16.67	16.67	277.78	23.81
	Juli	56	83.33	-27.33	27.33	747.11	48.81
	Agustus	67	82.00	-15.00	15.00	225.00	22.39
	September	61.5	64.33	-2.83	2.83	8.03	4.61
	Oktober	64	61.50	2.75	2.75	7.56	4.28
	November	63	64.25	-1.38	1.38	1.89	2.19
	Desember	72	62.88	9.13	9.13	83.27	12.67
2020	Januari	68	66.38	1.20	1.20	1.44	1.78
	Σ	1081.20			163.95	4179.52	216.91

Sumber : Hasil Perhitungan

3. Stasiun Hujan Bancee

$$S'_t = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_t}{t}$$

$$S'_{t(1)} = \frac{11+15+21}{3} = \frac{47}{3} = 15,67$$

$$S'_{t(2)} = \frac{15+21+17}{3} = \frac{53}{3} = 17,67$$

$$S'_{t(3)} = \frac{21+17+17}{3} = \frac{55}{3} = 18,33$$

$$S'_{t(4)} = \frac{17+17+18}{3} = \frac{52}{3} = 17,33$$

$$e = X_t - S'_t$$

$$e = 17 - 15,67 = 1,33$$

Untuk hasil perhitungan selanjutnya pada stasiun Bancee dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Peramalan Curah Hujan Harian Rata-Rata Bulanan

Stasiun Bancee

Tahun	Bulan	Data hujan harian rata-rata bulanan	Single Moving Average				
			S't	e	e	e ²	$\left \frac{e}{X_t} \right \times 100\%$
2018	Oktober	11					
	November	15					
	Desember	21					
2019	Januari	17	15.67	1.33	1.33	1.78	7.84
	Februari	17	17.67	-0.67	0.67	0.44	3.92
	Maret	18	18.33	-0.33	0.33	0.11	1.85
	April	25	17.33	7.67	7.67	58.78	30.67
	Mei	15	20.00	-5.00	5.00	25.00	33.33
	Juni	28	19.33	8.67	8.67	75.11	30.95
	Juli	18	22.67	-4.67	4.67	21.78	25.93
	Agustus	23	20.33	2.67	2.67	7.11	11.59
	September	21	23.00	-2.50	2.50	6.25	12.20
	Oktober	22	20.50	1.25	1.25	1.56	5.75
	November	21	21.75	-0.63	0.63	0.39	2.96
	Desember	29	21.13	7.88	7.88	62.02	27.16
2020	Januari	20	23.96	-3.93	3.93	15.47	19.64
	Σ	320.40			47.18	275.80	213.79

Sumber : Hasil Perhitungan

B. Perhitungan *Mean Absolute Deviation*, *Mean Squarred Error*, dan *Mean*

Absolute Percentage Error

1. Stasiun Hujan Barukku

a. Menghitung Nilai *Mean Absolute Deviation*

$$\text{MAD} = \frac{\sum |\text{Forecast Error}|}{n}$$

$$\text{MAD} = \frac{152,27}{13}$$

$$\text{MAD} = 11,71$$

b. Menghitung Nilai *Mean Squarred Error*

$$\text{MSE} = \frac{\sum |\text{Forecast Error}|^2}{n}$$

$$\text{MSE} = \frac{2712,87}{13}$$

$$\text{MSE} = 208,68$$

c. Menghitung Nilai *Mean Absolute Percentage Error*

$$\text{MAPE} = \frac{\sum \left| \frac{e}{x_t} \right| \times 100\%}{n}$$

$$\text{MAPE} = \frac{290,45}{13}$$

$$\text{MAPE} = 22,34 \%$$

2. Stasiun Hujan Waeputangnge

a. Menghitung Nilai *Mean Absolute Deviation*

$$\text{MAD} = \frac{\sum |\text{Forecast Error}|}{n}$$

$$\text{MAD} = \frac{163,95}{13}$$

$$\text{MAD} = 12,61$$

b. Menghitung Nilai *Mean Squarred Error*

$$\text{MSE} = \frac{\sum |\text{Forecast Error}|^2}{n}$$

$$\text{MSE} = \frac{4179,52}{13}$$

$$\text{MSE} = 321,50$$

c. Menghitung Nilai *Mean Absolute Percentage Error*

$$\text{MAPE} = \frac{\sum \left| \frac{e}{x_t} \right| \times 100\%}{n}$$

$$\text{MAPE} = \frac{216,91}{13}$$

$$\text{MAPE} = 16,69 \%$$

3. Stasiun Hujan Bancee

a. Menghitung Nilai *Mean Absolute Deviation*

$$\text{MAD} = \frac{\sum |\text{Forecast Error}|}{n}$$

$$\text{MAD} = \frac{47,18}{13}$$

$$\text{MAD} = 3,63$$

b. Menghitung Nilai *Mean Squarred Error*

$$\text{MSE} = \frac{\sum |\text{Forecast Error}|^2}{n}$$

$$\text{MSE} = \frac{275,80}{13}$$

$$\text{MSE} = 21,22$$

c. Menghitung Nilai *Mean Absolute Percentage Error*

$$\text{MAPE} = \frac{\sum \left| \frac{e}{x_t} \right| \times 100\%}{n}$$

$$\text{MAPE} = \frac{213,79}{13}$$

$$\text{MAPE} = 16,45 \%$$

4. Rata-rata perhitungan *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Squarred Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada DAS Walanae

a. Menghitung rata-rata *Mean Absolute Deviation* (MAD)

$$\text{MAD} = \frac{\text{MAD Barukku} + \text{MAD Maeputangnge} + \text{MAD Bancee}}{n}$$

$$\text{MAD} = \frac{11,71 + 12,61 + 3,63}{3}$$

$$\text{MAD} = 9,32$$

b. Menghitung rata-rata *Mean Squarred Error* (MSE)

$$\text{MSE} = \frac{\text{MSE Barukku} + \text{MSE Maeputangnge} + \text{MSE Bancee}}{n}$$

$$\text{MSE} = \frac{208,68 + 321,50 + 21,22}{3}$$

$$\text{MSE} = 183,80$$

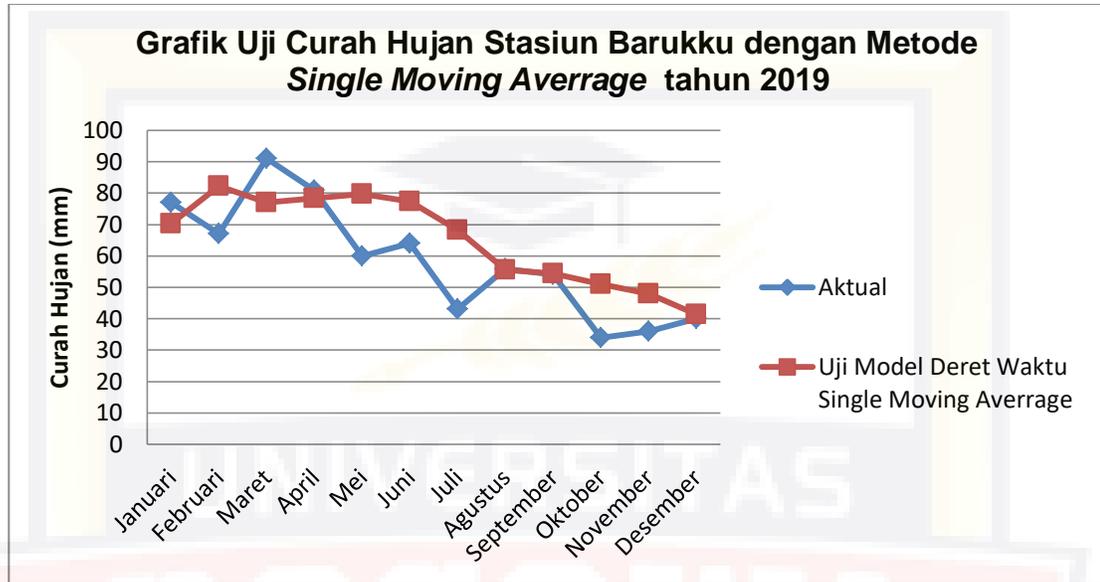
c. Menghitung rata-rata *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

$$\text{MAPE} = \frac{\text{MAPE Barukku} + \text{MAPE Maeputangnge} + \text{MAPE Bancee}}{n}$$

$$\text{MAPE} = \frac{22,34 + 16,69 + 16,45}{3}$$

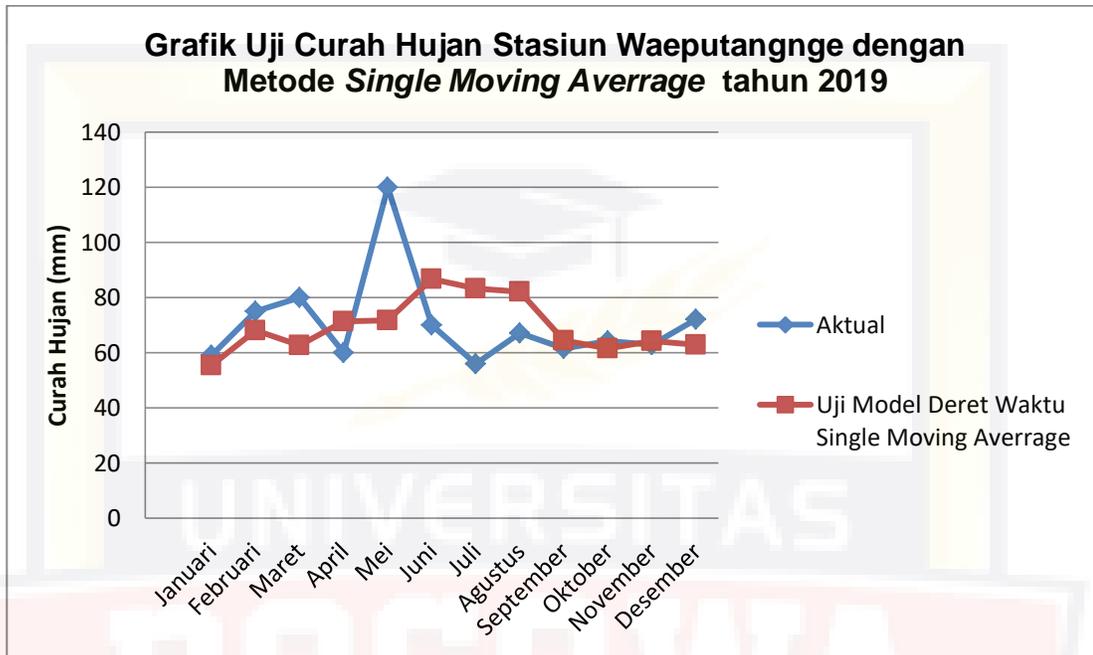
$$\text{MAPE} = 18,49 \%$$

C. Grafik dan Pembahasan



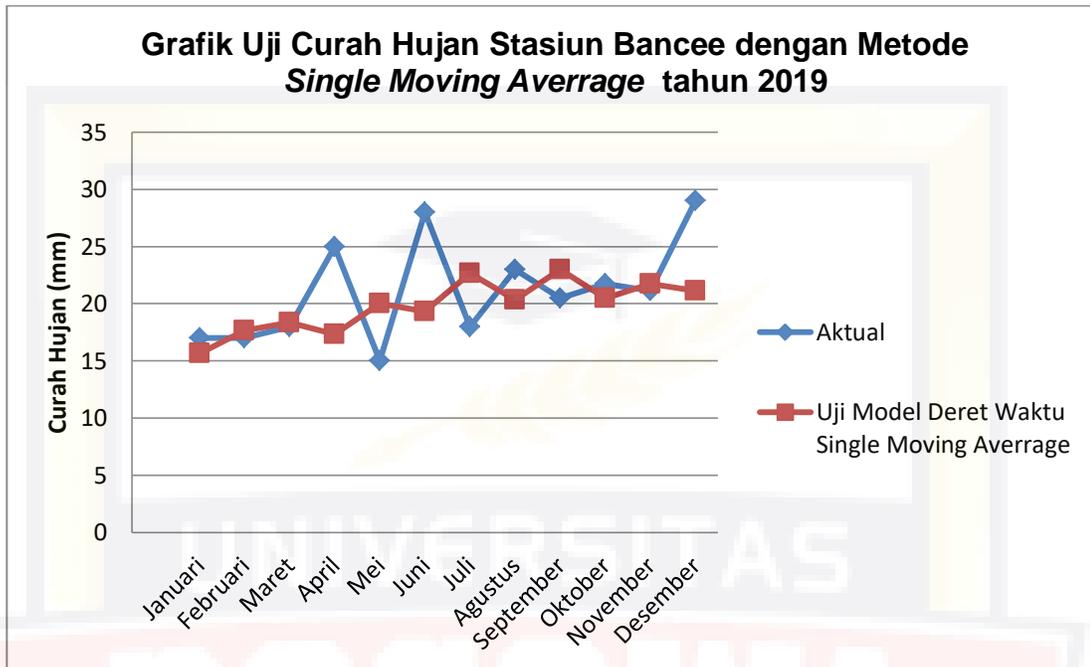
Gambar 15. Grafik Pengujian Curah Hujan Stasiun Barukku dengan Metode *Single Moving Average* tahun 2019

Berdasarkan Gambar 15. terlihat bahwa peramalan pada data *training* mendekati data aktual curah hujan Stasiun Barukku. Hal ini terjadi karena data yang digunakan untuk peramalan masih menggunakan unsur data aktual. Sedangkan pada data *testing* hasil peramalan kurang mendekati data aktual, hal ini disebabkan data yang digunakan pada tahap ini tidak mengandung unsur data aktual tetapi data yang digunakan adalah hasil peramalan pada data *training*. Selanjutnya untuk hasil peramalan pada Januari 2019 sampai Desember 2019 dengan menggunakan Metode *Single Moving Average* menunjukkan bahwa curah hujan setiap bulannya secara keseluruhan mengalami penurunan secara lambat.



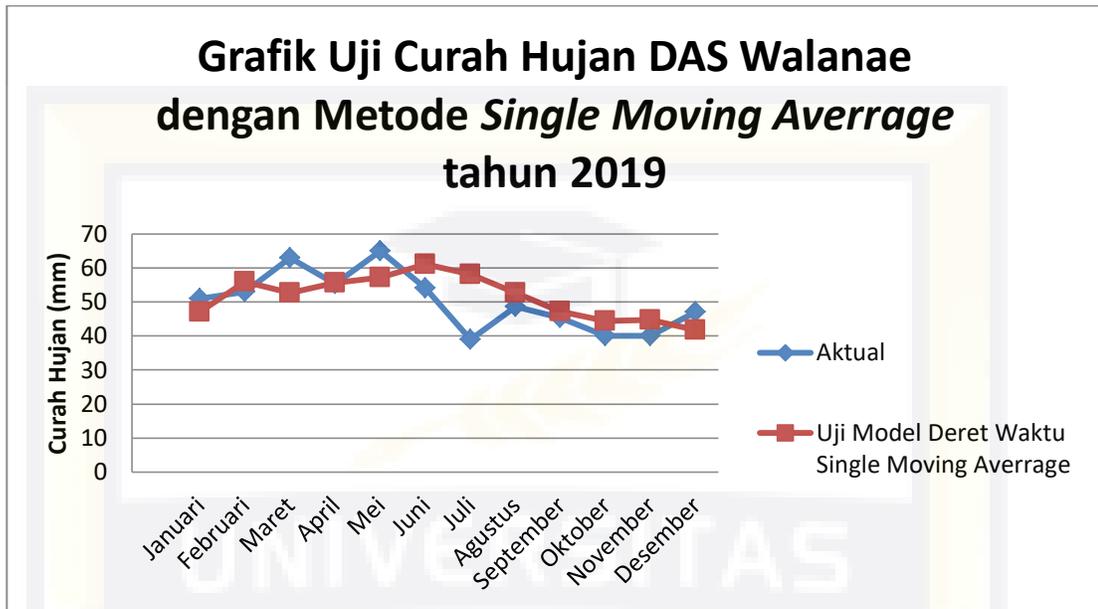
Gambar 16. Grafik Pengujian Curah Hujan Stasiun Waeputangnge dengan Metode *Single Moving Average* tahun 2019

Berdasarkan Gambar 16. terlihat bahwa peramalan pada data *training* mendekati data aktual curah hujan Stasiun Waeputangnge. Hal ini terjadi karena data yang digunakan untuk peramalan masih menggunakan unsur data aktual. Sedangkan pada data *testing* hasil peramalan kurang mendekati data aktual, hal ini disebabkan data yang digunakan pada tahap ini tidak mengandung unsur data aktual tetapi data yang digunakan adalah hasil peramalan pada data *training*. Selanjutnya untuk hasil peramalan pada Januari 2019 sampai Desember 2019 dengan menggunakan Metode *Single Moving Average* menunjukkan bahwa curah hujan setiap bulannya secara keseluruhan mengalami peningkatan dan penurunan.



Gambar 17. Grafik Pengujian Curah Hujan Stasiun Bancee dengan Metode *Single Moving Average* tahun 2019

Berdasarkan Gambar 17. terlihat bahwa peramalan pada data *training* mendekati data aktual curah hujan Stasiun Bancee. Hal ini terjadi karena data yang digunakan untuk peramalan masih menggunakan unsur data aktual. Sedangkan pada data *testing* hasil peramalan kurang mendekati data aktual, hal ini disebabkan data yang digunakan pada tahap ini tidak mengandung unsur data aktual tetapi data yang digunakan adalah hasil peramalan pada data *training*. Selanjutnya untuk hasil peramalan pada Januari 2019 sampai Desember 2019 dengan menggunakan Metode *Single Moving Average* menunjukkan bahwa curah hujan setiap bulannya secara keseluruhan mengalami peningkatan secara lambat.



Gambar 18. Grafik Uji Curah Hujan Daerah Aliran Sungai (DAS) Walanae pada tahun 2019

Berdasarkan Gambar 18. terlihat bahwa peramalan pada data *training* mendekati data aktual curah hujan DAS Walanae. Hal ini terjadi karena data yang digunakan untuk peramalan masih menggunakan unsur data aktual. Sedangkan pada data *testing* hasil peramalan kurang mendekati data aktual, hal ini disebabkan data yang digunakan pada tahap ini tidak mengandung unsur data aktual tetapi data yang digunakan adalah hasil peramalan pada data *training*. Selanjutnya untuk hasil peramalan pada Januari 2019 sampai Desember 2019 dengan menggunakan Metode *Single Moving Average* menunjukkan bahwa curah hujan setiap bulannya secara keseluruhan mengalami peningkatan dan penurunan kembali secara lambat.

Dari hasil perhitungan manual dengan metode Single Moving Average, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Nilai MAPE yang diperoleh pada metode *Single Moving Average* yaitu 18,49 % menunjukkan bahwa tingkat persentase kesalahan peramalan kecil. Hal tersebut dikarenakan perhitungan menggunakan data curah hujan.
2. Nilai MAD yang diperoleh pada metode *Single Moving Average* yaitu 9,32 menunjukkan rata-rata peramalan terdeviasi.
3. Nilai MSE yang diperoleh pada metode *Single Moving Average* yaitu 183,80 menunjukkan rata-rata peramalan terdeviasi.

D. Hasil rekapitulasi perhitungan akurasi kesalahan pada stasiun hujan di lingkup DAS Walanae

Tabel 6. Rekapitulasi Akurasi Peramalan Curah Hujan Dengan Metode *Moving Average*

No.	STASIUN HUJAN	SINGLE MOVING AVERAGE		
		MAPE	MAD	MSE
1	Stasiun Hujan Barukku	22,34 %	11,71	208,68
2	Stasiun Hujan Waeputangnge	16,69 %	12,61	321,50
3	Stasiun Hujan Bancee	16,45 %	3,63	21,22
Rata-rata		18,49 %	9,32	183,80

Pada Tabel 5. dapat dilihat bahwa :

Akurasi kesalahan rata-rata DAS Walanae (3 stasiun hujan) pada metode *Single Moving Average* memperoleh hasil yang kecil. Hal ini disebabkan karena dalam menentukan akurasi kesalahan pada metode *Single Moving* hanya dipengaruhi oleh data hujan yang sudah ada.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa :

- Model ramalan curah hujan wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Walanae menggunakan metode *Single Moving Average* yang pada peramalannya metode ini melakukan pengambilan sekelompok nilai pengamatan, mencari rata-rata nilai tersebut sebagai ramalan untuk periode yang akan datang. Dalam penelitian ini digunakan rata-rata curah hujan pada 3 stasiun hujan yaitu stasiun Barukku, Stasiun Waeputangnge dan stasiun Bancee untuk meramalkan curah hujan pada tahun 2020.
- Pengujian model ramalan dengan metode *Single Moving Average* pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Walanae untuk curah hujan tahun 2019 diperoleh *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) gabungan dari ketiga stasiun hujan yang digunakan adalah sebesar 18,49 % yang artinya bahwa metode ini dapat digunakan untuk menghitung peramalan curah hujan dan mempunyai kemampuan model peramalan baik karena tingkat ketelitian hasil peramalan adalah sebesar 81,51 %.

- Ramalan curah hujan tahun 2020 pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Walanae dengan menggunakan metode *Single Moving Average* diperoleh curah hujan pada bulan Januari sebesar 68 mm.

B. Saran

Berdasarkan hasil analisis data dan kesimpulan yang dibuat maka dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut :

- Apabila menerapkan metode peramalan dengan *Moving Average* lebih baik menggunakan data dalam jangka panjang dan penerapannya secara terus menerus.
- Sebaiknya untuk peramalan data curah hujan dengan metode *Time Series* perlu disosialisasikan agar dalam mencari data curah hujan dapat diketahui keabsahan dari data yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, MS. 2010. *Modul klimatologi*. Jawa Timur : Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Barry, Render dan Jay Heizer. 2001. *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi : Operations Management*. Jakarta : Salemba Empat.
- Chatfield. 1984. *The Analysis of Time Series : An Introduction*. London : Chapman and Hall. ISBN 0-412-26030-1
- Cryer, Jonathan D. and Kung-Sik Chan, 2008. *Time Series Analysis with Application in R, second edition*. Iowa City: Springer.
- Djarwanto, PS. 2001. *Statistik Non Parametrik, Bagian I Edisi 3* : BPFE-UGM Yogyakarta: Cetakan Pertama
- Gaspersz, V. (2005). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Genshiro Kitagawa. 2010. *Introduction to Time Series Modeling*. Boca Raton : Chapman & Hall/CRC
- Juwono, Patijo Tri. 2000. *Pemodelan Hidrologi Deret Berkala Debit Sungai Dengan Metode AFRIMA*. Malang : Fakultas Teknik Universits Brawija.
- Loebis, Joesron Ir, M.Eng. 1992. *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Lusiani, Anie. *Pemodelan Autoregressiv Intergrated Moving Average (ARIMA) Curah Hujan Di Kota Bandung*. Bandung : Fakultas Teknik Politeknik Negeri Bandung.
- Maulana, H. A. 2018. Pemodelan Deret Waktu Dan Peramalan Curah Hujan Pada Dua Belas Stasiun Di Bogor. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, 15(1), 50-63.
- Nasution, Hakim dan Arman. 2002. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Jakarta : Guna Wijaya.
- Singh, P. V, 1992. *Elementary Hydrology*. New Jersey : Prentice-Hall Englewood Cliffs.

Subagyo, Pangestu. 2002. *Forecasting: Konsep dan Aplikasi, Edisi 2*. Yogyakarta : BPFY-Yogyakarta.

Sumayang, Lalu. 2003. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta : Salemba Empat.

Wilson, E. M. 1969. *Engineering Hydrology*. London : The Macmillan Press Ltd.

