

**ANALISIS KORELASI DATA HUJAN BMKG DAN TRMM DENGAN TIME LAG  
DI PROVINSI LAMPUNG**

**(Tesis)**

**Oleh :**

**LINTANG KURNIA ARIDINI**

**1825011004**



**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS KORELASI DATA HUJAN BMKG DAN TRMM DENGAN *TIME LAG* DI PROVINSI LAMPUNG**

**LINTANG KURNIA ARIDINI**  
**Mahasiswa Magister Teknik Sipil**  
**Universitas Lampung**

Data curah hujan yang ada di Lampung cenderung sedikit dan tidak dapat mewakili lokasinya yang besar, sehingga dibutuhkan sumber data curah hujan lain yang dapat digunakan. Salah satunya TRMM atas dasar itu dinilai perlunya melihat korelasi dari data TRMM dan BMKG. Tujuan pada penelitian ini adalah menganalisis seberapa besar korelasi data TRMM dan data BMKG dengan Time Lag. Dan kemampuan prediksinya, serta peningkatan korelasi dengan *Time Lag*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Korelasi Pearson. Hasil dari penelitian ini adalah korelasi terbesar terdapat pada H0 dan H+1 untuk kumulatif harian tertinggi adalah 0,3376 - 0,4808, untuk kumulatif 2 harian pada 0,417- 0,555, untuk kumulatif 7 harian 0,569 - 0,706, untuk kumulatif 15 harian 0,612 - 0,785 dan kumulatif 30 harian 0,710 - 0,811 kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa TRMM dan BMKG mempunyai korelasi yang lebih baik pada H+1 dan (H0), hasil analisis regresi linear dengan Time Lag disimpulkan bahwa kemampuan prediksi data adalah lebih baik pada Time Lag dan selisih korelasi antara H+1 dan H0 didapatkan peningkatan nilai korelasi dinyatakan mengalami peningkatan 0,01 - 0,2

Kata kunci: curah hujan, korelasi, timelag, stasiun hujan

## **ABSTRACT**

### ***TIME LAG APPLICATION OF CORRELATION ANALYSIS AMONG BMKG AND TRMM RAINFALL DATA IN LAMPUNG, INDONESIA***

**LINTANG KURNIA ARIDINI**  
**Master of Civil Engineering students**  
**University of Lampung**

*The rainfall data in Lampung tends to be small and cannot represent a large location, so other sources of rainfall data are needed that can be used. One of them is TRMM on that basis it is deemed necessary to see the correlation of the TRMM and BMKG data. The purpose of this research is to analyze how big the correlation between TRMM data and BMKG data with Time Lag. And its Predictability, as well as improved correlation with Time Lag. The method used in this study is the Pearson correlation. The result of this research is that the biggest correlation is on  $H_0$  and  $H+1$  for the highest daily cumulative 0.3376 - 0.4808, for cumulative 2 days at 0.417- 0.555, for cumulative 7 days 0.569 - 0.706, for cumulative 15 days at 0.612 - 0.785 and cumulative 30 daily 0.710 -0.811 the conclusion of this study is that TRMM and BMKG have a better correlation on  $H + 1$  and ( $H_0$ ), the results of linear regression analysis with Time Lag concluded that the predictive ability of the data is better on Time Lag and the difference in correlation between  $H + 1$  and  $H_0$  obtained an increase in the correlation value. declared to have increased 0.01 - 0.2).*

*Keywords: rainfall, correlation, timelag, rainfall station*

**ANALISIS KORELASI DATA HUJAN BMKG DAN TRMM DENGAN TIME LAG  
DI PROVINSI LAMPUNG**

**Oleh:  
LINTANG KURNIA ARIDINI**

**Tesis**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
MAGISTER TEKNIK SIPIL**

**Pada**

**Program Pascasarjana Magister Teknik  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

Judul Tesis : **ANALISIS KORELASI DATA HUJAN  
BMKG DAN TRMM DENGAN TIME LAG  
DI PROVINSI LAMPUNG**


Nama Mahasiswa : **Tintang Kurnia Aridini**

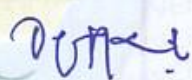
Nomor Pokok Mahasiswa : 1825011004

Program Studi : Magister Teknik Sipil

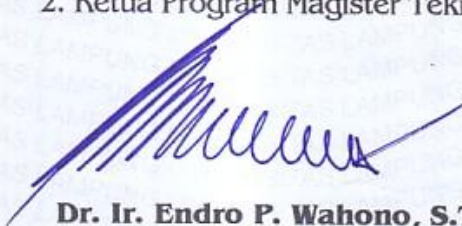
Fakultas : Teknik



  
**Dr. Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.**  
NIP 19670514 199303 1 002

  
**Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc.**  
NIP 19691219 199512 2 001

2. Ketua Program Magister Teknik Sipil

  
**Dr. Ir. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc.**  
NIP 19700129 199512 1 001

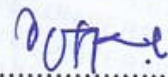
## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.**



Sekretaris : **Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.**




Penguji  
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc.**



Dean, Fakultas Teknik  
  
**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.**  
NIP 19750928 200112 1 002

### 3. Direktur Program Pascasarjana

  
**Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.**  
NIP 19710415 199803 1 005

Tanggal Lulus Ujian Tesis : **13 Juni 2022**

## LEMBAR PERNYATAAN


Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tesis dengan judul “**ANALISIS KORELASI DATA HUJAN BMKG DAN TRMM DENGAN TIME LAG DI PROVINSI LAMPUNG**” adalah karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 13 Juni 2022  
Pembuat Pernyataan,



  
**Lintang Kurnia Aridini**  
NPM 1825011004

## RIWAYAT HIDUP



Penulis (Lintang Kurnia Aridini, S,T) dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 27 Mei 1995. Merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Ir. Sarwono Sanjaya, S.T., M.T. , dan Ibu Dra. Neni Sunarsih, S.sos.

Penulis memulai jenjang pendidikan dari Taman Kanak – Kanak Al-Azhar 2 Bandar Lampung pada tahun 1999, pada tahun 2001 memasuki sekolah dasar di SD Al- Kautsar Bandar Lampung. Kemudian pada tahun 2007 melanjutkan jenjang pendidikan di SMPN 4 Bandar Lampung, dan SMAN 9 Bandar Lampung pada tahun 2010 dan lulus pada tahun 2013.

Pendidikan sarjana (S1) pada Perguruan Tinggi Negeri Universitas Lampung Jurusan Teknik Sipil Angkatan 2013, lulus pada tahun 2017. Tahun 2018 penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung.



## **PERSEMBAHAN**

*Alhamdulillahirabbilalamin, Kuucapkan Syukur atas Karunia-Mu dan Dengan Segala Kerendahan Hati meraih Ridho Illahi Robbi dan syafaat nabi Muhammad SAW  
Kupersembahkan karya Kecilku ini untuk orang-orang yang aku sayangi*

### **Bapak dan Ibuku**

*Kedua orang tua, terimakasih untuk Bapak dan Ibu atas segala pengorbanan yang tak terbalaskan, do'a, kesabaran, keikhlasan, cinta dan kasih sayang yang tidak ada putusnya*

### **Dosen Teknik Sipil**

*Yang selalu membimbing, mengajarkan, memberikan saran serta saran baik secara akademis maupun non akademis*

### **Partnerku**

*Yang selalu siap siaga membantu kesulitanku, mengajarkan, tempat berbagi suka dan duka, dan kesabaran atas penantian panjang mu.*

### **Sahabat- Sahabatku**

*Yang selalu membantu, memberikan semangat, mendukung menuju keberhasilan, serta berbagi cerita suka duka dalam berkeluh kesah*

### **Keluarga Besar Magister Teknik Sipil 2018**

*Yang selalu memberi semangat, dukungan dalam proses yang sangat panjang*

## **MOTTO**

**Menuntut Ilmu adalah kewajiban bagi setiap Muslim.**

**“ Allahumma Yassir Wala Tu'assir ”  
(Ya Allah permudahlah urusanku jangan dipersulitkan)**

**“Ilmu pengetahuan itu bukanlah yang dihafal, melainkan yang memberi manfaat”  
(Imam Syafi'i)**

**“Bila kau tak tahan lelahnya belajar. Maka, kau harus menahan perihnya kebodohan”  
(Imam Asy-Syafi'i)**

**“ Segala keputusan yang kita ambil adalah jalan terbaik yang Allah SWT berikan kepada kita ”**

## SANWACANA

Alhamdulillahirabbil alamin, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah Nya, sehingga Tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Tesis dengan judul **“ANALISIS KORELASI DATA HUJAN BMKG DAN TRMM DENGAN TIME LAG DI PROVINSI LAMPUNG”** merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M. Si, Selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T. Selaku Direktur Program Pascasarjana Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Endro P. Wahono, S. T., M. Sc., selaku ketua Program Magister Teknik Sipil Universitas Lampung sekaligus Penguji III yang telah memberikan masukan, saran dan motivasi dalam penyusunan Tesis ini.
5. Ibu Vera Agustriana Noorhidana, S.T., M.T., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing, serta memotivasi dalam penyelesaian perkuliahan selama di Magister Teknik Sipil
6. Bapak Dr. Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan sumbangan ide, motivasi dan telah meluangkan waktu dalam penyusunan Tesis. Terima kasih untuk ilmu, saran, nasehat dan masukan bagi penulis.

7. Ibu Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc..selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak memberikan bantuan, saran, ide dan motivasi serta masukan untuk penyempurnaan penyusunan Tesis.
8. Bapak Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I atas saran dan kritik yang telah diberikan selama proses pengerjaan Tesis;
9. Bapak Dr. Endro P. Wahono, S. T., M. Sc., selaku Dosen Penguji II atas saran dan kritik yang telah diberikan selama proses pengerjaan Tesis;
10. Keluargaku, Bapak, Ibu, kakak – adikku tercinta yang selalu tulus memberi cinta kasih, doa, nasihat, dukungan dan semangat kepada penulis;
11. Partner suka duka ku Ismawan Dewansyah yang selalu menjadi tempat berbagi baik suka maupun duka, yang selalu siap direpotkan selama proses kuliah ini
12. Teman – teman angkatan 2018 Magister Teknik Sipil yang telah memberi dukungan selama proses pembuatan tesis ini.
13. Sahabatku dimanapun, terimakasih untuk semua doa dan dukungan yang telah kalian berikan selama proses kuliah Magister ini.

Akhir kata, Penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuan bagi khalayak umum dan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil khususnya.

Bandar Lampung, Juni 2022

Lintang Kurnia Aridini

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Batasan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian .....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Penelitian Terkait .....	6
B. Hujan .....	10
C. Proses Terjadinya Hujan .....	11
D. Siklus Hidrologi .....	13
E. Stasiun Pengamatan Curah Hujan .....	14
F. Data Curah Hujan Dengan Alat Pengukur Hujan Manual .....	15
G. Data Curah Hujan Dengan Alat Pengukur Hujan Otomatis .....	16
H. Data Curah Hujan Satelit TRMM .....	19
I. Koefisien Korelasi Pearson .....	25
J. <i>Time Lag</i> .....	27
K. Analisis Regresi Linear .....	27
III. METODE PENELITIAN	
A. Umum .....	29
B. Prosedur Penelitian .....	30
C. Studi Literatur .....	30
D. Pengumpulan Data .....	30
E. Pengolahan Data .....	30

F. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	32
G. Diagram Alir Penelitian .....	33
H. Analisis Hasil Penelitian .....	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Umum .....	34
B. Mengubah Data Hujan Menjadi Time Series .....	35
C. Program Kumulatif .....	36
D. Uji Konsistensi Data .....	37
E. Analisis Korelasi Data Curah Hujan BMKG dan TRMM Harian Menggunakan Time Lag .....	40
F. Analisis Korelasi Data Curah Hujan BMKG dan TRMM 2 Harian Menggunakan Time Lag .....	45
G. Analisis Korelasi Data Curah Hujan BMKG dan TRMM 7 Harian Menggunakan Time Lag .....	50
H. Analisis Korelasi Data Curah Hujan BMKG dan TRMM 15 Harian Menggunakan Time Lag .....	55
I. Analisis Korelasi Data Curah Hujan BMKG dan TRMM 30 Harian Menggunakan Time Lag .....	60
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan .....	66
B. Saran .....	67

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
4.1 Data Hujan Kumulatif Tahunan BMKG.....	37
4.2 Data Hujan Kumulatif Tahunan TRMM.....	38
4.3 Uji Konsistensi Stasiun Kotabumi.....	39
4.4 Simulasi Pemodelan Perhitungan Time Lag Harian .....	40
4.5 Hasil Nilai Korelasi Kumulatif Harian Menggunakan Time Lag.....	41
4.6 Selisih Korelasi pada H+1 dan H0 Kumulatif Harian.....	41
4.7 Hasil Analisis Regresi Linear Kumulatif Harian.....	44
4.8 Simulasi Pemodelan Perhitungan Time Lag Kumulatif 2 Harian.....	45
4.9 Nilai Korelasi 2 Harian Menggunakan Time Lag.....	45
4.10 Selisih Korelasi pada H+1 dan H0 Kumulatif 2 Harian.....	46
4.11 Hasil Analisis Regresi Linear Kumulatif 2 Harian.....	50
4.12 Simulasi Pemodelan Perhitungan Time Lag Kumulatif 7 Harian.....	51
4.13 Hasil Nilai Korelasi 7 Harian Menggunakan <i>Time Lag</i> .....	51
4.14 Selisih Korelasi pada H+1 dan H0 Kumulatif 7 harian.....	51
4.15 Hasil Analisis Regresi Linear Kumulatif 7 Harian.....	55
4.16 Simulasi Pemodelan Perhitungan Time Lag Kumulatif 15 Harian.....	56
4.17 Hasil Nilai Korelasi 15 Harian Menggunakan <i>Time Lag</i> .....	56

4.18 Selisih Korelasi pada H+1 dan H0 Kumulatif 15 Harian.....	56
4.19 Hasil Analisis Regresi Linear Kumulatif 15 Harian.....	60
4.20 Simulasi Pemodelan Perhitungan <i>Time Lag</i> Kumulatif 30 Harian.....	61
4.21 Hasil Nilai Korelasi 30 Harian Menggunakan <i>Time Lag</i> .....	61
4.22 Selisih Korelasi pada H+1 dan H0 Kumulatif 30 harian.....	61
4.23 Hasil Analisis Regresi Linear Kumulatif 30 Harian.....	65



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Proses Terjadinya Hujan.....	12
2.2 Siklus Hidrologi.....	13
2.3 Penakar Hujan Observatorium (OBS).....	16
2.4 Detail Penakar Hujan Observatorium (OBS).....	16
2.5 Penakar Hujan Jenis Hellman.....	18
2.6 Instrumen TRMM.....	21
2.7 Precipitation Radar (PR).....	22
3.1 Peta Provinsi Lampung.....	32
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	33
4.1 Tampilan Program Force.....	35
4.2 Tampilan Program Kumulatif.....	36
4.3 Grafik Uji Konsistensi Stasiun Kotabumi BMKG.....	40
4.4 Nilai Korelasi Kumulatif Harian <i>Time Lag</i> Provinsi Lampung.....	42
4.5 Analisis Regresi Linear Kumulatif Harian H0 Stasiun Kotabumi.....	42
4.6 Analisis Regresi Linear Kumulatif Harian H0 Stasiun Maritim.....	43
4.7 Analisis Regresi Linear Kumulatif Harian H+1 Stasiun Masgar.....	43
4.8 Analisis Regresi Linear Kumulatif Harian H+1 Stasiun Radin Inten II.....	44
4.9 Nilai Korelasi Kumulatif 2 Harian <i>Time Lag</i> Provinsi Lampung.....	47

4.10 Analisis Regresi Linear Kumulatif 2 Harian H0 Stasiun Kotabumi.....	48
4.11 Analisis Regresi Linear Kumulatif 2 Harian H0 Stasiun Maritim.....	48
4.12 Analisis Regresi Linear Kumulatif 2 Harian H+1 Stasiun Masgar.....	49
4.13 Analisis Regresi Linear Kumulatif 2 Harian H0 Stasiun Radin Inten II..	49
4.14 Nilai Korelasi Kumulatif 7 Harian <i>Time Lag</i> Provinsi Lampung.....	52
4.15 Analisis Regresi Linear Kumulatif 7 Harian H0 Stasiun Kotabumi.....	53
4.16 Analisis Regresi Linear Kumulatif 7 Harian H0 Stasiun Maritim.....	53
4.17 Analisis Regresi Linear Kumulatif 7 Harian H+1 Stasiun Masgar.....	54
4.18 Analisis Regresi Linear Kumulatif 7 Harian H+1 Stasiun Radin Inten II.....	54
4.19 Nilai Korelasi Kumulatif 15 Harian <i>Time Lag</i> Provinsi Lampung.....	57
4.20 Analisis Regresi Linear Kumulatif 15 Harian H0 Stasiun Kotabumi.....	58
4.21 Analisis Regresi Linear Kumulatif 15 Harian H0 Stasiun Maritim.....	58
4.22 Analisis Regresi Linear Kumulatif 15 Harian H+1 Stasiun Masgar.....	59
4.23 Analisis Regresi Linear Kumulatif 7 Harian H+1 Stasiun Radin Inten II.....	59
4.24 Nilai Korelasi Kumulatif 30 Harian <i>Time Lag</i> Provinsi Lampung.....	62
4.25 Analisis Regresi Linear Kumulatif 30 Harian H+1 Stasiun Kotabumi....	63
4.26 Analisis Regresi Linear Kumulatif 30 Harian H0 Stasiun Maritim.....	63
4.27 Analisis Regresi Linear Kumulatif 30 Harian H+1 Stasiun Masgar.....	64
4.28 Analisis Regresi Linear Kumulatif 30 Harian H0 Stasiun Radin Inten II.....	64

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara di Asia Tenggara, Indonesia dikenal dengan iklim tropis dan hanya 2 musim, yaitu musim panas dan musim hujan. Dikarenakan musim yang ada di Indonesia hanya 2 curah hujan di beberapa daerah di Indonesia cukup tinggi. Data curah hujan yang tepat pada suatu wilayah dan temporal sangat diinginkan untuk berbagai bidang penelitian, seperti iklim musim hujan, cuaca ekstrim, dan prediksi banjir (Cao *et al.*, 2017). Dengan besarnya wilayah Indonesia menjadi salah satu sebab data hujan dalam pengelolaan menjadi sulit, banyak wilayah di Indonesia yang tidak tercatat dalam stasiun hujan. Penyebab ini mengakibatkan banyaknya perencanaan yang menggunakan data hujan sebagai dasar analisis kurang tepat. Permasalahan di Indonesia ini dapat diatasi dengan data hujan yang menjadi pendukung, dan juga metode analisis yang dapat memperkirakan nilai data hujan terukur lapangan. Keunggulan teknologi *remote sensing* seharusnya dapat dimanfaatkan lebih jauh untuk mempelajari karakteristik cuaca dan iklim di suatu wilayah untuk kepentingan pengelolaan sumber daya air dan pemanfaatannya untuk kesejahteraan masyarakat (Syaifullah, 2014).

Data hujan satelit adalah salah satu data yang disediakan oleh NASA berkerja sama dengan Jepang untuk mengamati pola hujan di daerah tropis. Data ini disebut dengan data *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) misi ini menghasilkan data hujan dengan perbedaan elevasi pengambilan. *The Tropical Rainfall Measurement Mission* (TRMM) NASA merupakan upaya Internasional pertama yang terkoordinasi untuk menyediakan pengukuran curah hujan yang andal dari luar angkasa (Wong & Chiu, 2008). Data TRMM mengambil data hujan pada 100 m diatas permukaan tanah. Sedangkan data hujan dari stasiun BMKG mengambil data pada stasiun hujan terukur di atas permukaan tanah. Yang membedakan data terukur lapangan dan data hujan TRMM adalah kemungkinan terjadinya perubahan pada 100 m yang ada diatas tanah. Seperti arah angin dan perpindahan awan. Evaporasi juga berpengaruh pada hasil data curah hujan dikarenakan ada kemungkinan hujan menguap saat sebelum mencapai permukaan tanah.

Data curah hujan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) adalah data curah hujan yang umum digunakan dalam analisis perencanaan hidrologi di Indonesia. Data curah hujan ini digunakan dalam berbagai perencanaan, namun data curah hujan BMKG memiliki banyak kelemahan dalam penggunaannya. Dari jumlah data yang tidak sesuai dan tidak terukur, banyaknya data yang hilang dan juga banyak daerah ataupun wilayah yang tidak terwakilkan dengan data curah hujan BMKG. Sehingga dalam penggunaan data curah hujan seringkali data hilang atau tidak terukur menjadi penyebab hasil analisis yang tidak sesuai dengan keadaan lapangan. Setiap instrumen

memiliki kelebihan dan kekurangan, tidak satupun dari mereka tampaknya benar-benar mampu memuaskan kebutuhan penelitian (Todini, 2001).

Pada wilayah Indonesia terdapat bermacam daerah dan wilayah dengan elevasi berbeda, dikarenakan Indonesia memiliki alam yang berbeda dan topografi yang berbeda pula, sehingga dalam menentukan data curah hujan dari satelit atau TRMM selalu terpengaruh oleh elevasi dari permukaan tanah. Dalam sebuah penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi (2017) dijelaskan bahwa dengan menggunakan *time lag* dari 1- 3 hari dapat mempengaruhi hasil nilai korelasi data hujan terukur BMKG dan data hujan satelit TRMM. Sehingga dinilai perlunya analisis dalam menentukan data hujan terukur dari beberapa stasiun hujan.

Korelasi adalah salah satu metode untuk melihat kesamaan pola dan bentuk terhadap suatu data. Korelasi umum digunakan untuk memperkirakan dan memprediksi hal hal yang terjadi di lapangan secara matematis. Korelasi juga berguna sebagai parameter untuk membuat fungsi pemodelan. Dalam kasus Data curah hujan digunakan analisis korelasi adalah untuk melihat seberapa besar kesamaan pola antara data BMKG dan TRMM dengan *time lag* tertentu. Didasari hasil dari penelitian sebelumnya didapatkan bahwa *time lag* dapat merubah nilai korelasi juga memungkinkan hasil prediksi pemodelan menjadi lebih baik.

Dari latar belakang yang ada diatas maka dinilai perlunya melakukan analisis data hujan TRMM untuk pencarian data hujan stasiun BMKG. Dengan begitu dapat diketahui seberapa besar kemungkinan data TRMM untuk mendukung data hujan terukur yang hilang dari stasiun hujan BMKG.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah tertera diatas maka dapat disimpulkan beberapa poin rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa besar nilai korelasi data TRMM dan data BMKG dengan *Time Lag*?
2. Seberapa besar kemampuan data curah hujan TRMM dapat memprediksi data curah hujan terukur BMKG?
3. Seberapa besar peningkatan kemampuan prediksi koefisien determinasi pada curah hujan yang dianalisis menggunakan *Time Lag*?

## **C. Batasan Masalah**

Untuk hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan dari penelitian ini maka ditetapkan Batasan dan ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian dilakukan pada Provinsi Lampung Yaitu Stasiun Geofisika Lampung Utara (Kotabumi), Stasiun Maritim Tanjung Karang, Stasiun Klimatologi Pesawaran (Masgar) dan Stasiun Radin Inten II
2. Data hujan yang digunakan adalah data hujan dari tahun 1999 sampai dengan 2018
3. Analisis dilakukan dengan metode *Cross Correlation* dengan *Time Lag* H-3 sampai dengan H+3

## **D. Tujuan Penelitian**

Dilakukannya penelitian ini adalah dengan tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis seberapa besar nilai korelasi data TRMM dan data BMKG dengan *Time Lag*

2. Menganalisis seberapa besar kemampuan data curah hujan TRMM dapat memprediksi data curah hujan terukur BMKG
3. Menganalisis seberapa besar peningkatan kemampuan prediksi koefisien determinasi pada curah hujan yang dianalisis menggunakan *Time Lag*

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi nilai kesamaan pola antara data TRMM dan BMKG dengan elevasi dan daerah yang berbeda
2. Dapat memberikan informasi seberapa besar fungsi pemodelan matematis dari data TRMM dapat memprediksi nilai data hujan terukur stasiun BMKG
3. Memberikan informasi peningkatan kemampuan prediksi koefisien determinasi antara stasiun hujan TRMM dan BMKG
4. Sebagai informasi terhadap pihak pihak terkait

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Penelitian Terkait

Sebelum melakukan analisis dan perhitungan maka dilakukan studi dari literatur terdahulu dengan menggunakan beberapa penelitian terkait penelitian ini. Ini dilakukan agar didapatkan hipotesa sementara yang dapat dibuktikan dengan penelitian ini dan juga prosedur yang baik dalam melakukan analisis.

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

1	Judul	Evaluasi Data Hujan Satelit Untuk Prediksi Data Hujan Pengamatan Menggunakan <i>Cross Correlation</i>
	Nama	Destiana Wahyu Pratiwi, Joko Sujono, & Adam Pamudji Rahardjo.
	Publikasi	Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2017 Fakultas Teknologi Univesitas Muhammadiyah Jakarta, 1-2 November 2017.
	Tahun	2017
	Penelitian	<b>Tujuan :</b> Untuk mengevaluasi apakah data hujan satelit dapat memprediksi data hujan yang terjadi di lapangan. Untuk mencari time lag.



		<p><b>Hasil Penelitian :</b></p> <p>Dari hasil penelitian, menunjukkan bahwa data satelit TRMM 3B42, TRMM 3B42-RT dan GPM mampu digunakan untuk memprediksi data hujan pengamatan, namun data persiapan masih kurang sesuai untuk melakukan prediksi data hujan pengamatan, khususnya di DAS Dengkeng.</p>
2	Judul	Analisis Hubungan Data Hujan Satelit dengan Hujan Terukur ARR Kalibawang.
	Nama	Jody Martin Ginting, Joko Sujono, dan Rachmad Jayadi.
	Publikasi	Prosiding Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS) x 2019.
	Tahun	2019
	Penelitian	<p><b>Tujuan :</b></p> <p>untuk mencari korelasi antara data hujan satelit dengan data hujan terukur (ARR).</p> <p><b>Hasil Penelitian :</b></p> <p>hasil dari penelitian ini adalah bahwa keakuratan hujan satelit GPM lebih tinggi dalam penggunaan data hujan satelit untuk menggantikan data hujan terukur di lapangan. Keakuratan data hujan satelit GPM dengan <math>r = 0,341</math> lebih tinggi dibandingkan dengan satelit PERSIANN yang memiliki <math>r = 0,211</math> sedangkan pada perhitungan waktu lag, waktu lag dari satelit GPM sebesar 5 jam lebih besar dari satelit PERSIANN yang sebesar 1 jam.</p>
3	Judul	Perbandingan Curah Hujan Dari Data Pengamatan Permukaan, Satelit TRMM dan Model Permukaan NOAH
	Nama	Dodo Gunawan

	Publikasi	Puslitbang BMKG
	Tahun	2014
	Penelitian	<p><b>Tujuan :</b> Mengetahui perbandingan data curah hujan yang tercatat oleh satelit TRMM dan data curah hujan model permukaan NOAH</p> <p><b>Hasil Penelitian :</b> Curah hujan yang diukur oleh satelit maupun model NOAH memperlihatkan pola curah hujan bulanan yang sesuai dengan pengamatan di permukaan. Sehingga dinilai memiliki korelasi dalam pola dan juga nilai.</p>
4	Judul	Pendugaan Data Kosong Curah Hujan Observasi Dengan Metode Regresi Piecewise.
	Nama	Welly Fitria, dan Guntur Prayogo.
	Publikasi	Departemen Statistika, FMIPA, Institut Pertanian Bogor.
	Tahun	2019
	Penelitian	<p><b>Tujuan :</b> untuk mengidentifikasi hubungan antara data curah hujan observasi dan TRMM dapat digunakan model regresi piecewise.</p> <p><b>Hasil Penelitian :</b> Berdasarkan pola deret waktu data TRMM dan curah hujan observasi yang disajikan pada Gambar 5, terlihat bahwa data tersebut memiliki pola yang relatif sama. Hal ini juga didukung dengan hasil korelasi keduanya yang bernilai 0,906. Jika dilakukan plot antara data curah hujan observasi dan TRMM, maka peningkatan TRMM seiring dengan peningkatan data curah hujan. Namun peningkatan curah hujan observasi meningkat lebih pesat ketika mendekati nilai tertentu.</p>

5	Judul	Validasi Data TRMM Terhadap Data Curah Hujan Aktual di Tiga DAS di Indonesia.
	Nama	M. Dazim Syaifullah
	Publikasi	Puslitbang BMKG
	Tahun	2014
	Penelitian	<p><b>Tujuan :</b> Membandingkan data curah hujan TRMM terhadap data curah hujan aktual dan menganalisis kesamaan pola juga nilai.</p> <p><b>Hasil Penelitian :</b> Berdasarkan hasil penelitian ini ditemukan bahwa pola curah hujan TRMM memiliki pola yang punya kemiripan tinggi akan tetapi nilai yang didapat dari data curah hujan TRMM memiliki perbedaan nilai yang lumayan signifikan.</p>
6	Judul	Analisis Korelasi Data Curah Hujan BMKG dengan TRMM (Studi Kasus Stasiun BMKG di Sumatera Utara).
	Nama	Ibnu Tuhu Pangestu
	Publikasi	Skripsi Fakultas Teknik Universitas Lampung
	Tahun	2019
	Penelitian	<p><b>Tujuan :</b> Untuk mengetahui nilai korelasi curah hujan antara curah hujan TRMM dan BMKG.</p> <p><b>Hasil Penelitian :</b> Dari hasil penelitian didapatkan hasil bahwa ada kemiripan pola antara curah hujan hasil TRMM dan juga curah hujan hasil dari BMKG. dari semua bentuk curah hujan korelasi terbaik didapatkan oleh korelasi bulanan.</p>

## **B. Hujan**

Hujan adalah bentuk presipitasi yang sering dijumpai di bumi. Presipitasi (endapan) adalah bentuk air cair (hujan) atau bentuk air padat (salju) yang jatuh sampai permukaan tanah (Tjasyono, 2007). Hujan pada wilayah tropis yang biasanya terjadi pada Indonesia merupakan hujan yang berbentuk cair. Pada kehidupan sehari-hari di Indonesia hujan merupakan suatu hal yang sangat penting. Mulai dari menetapkan hasil produksi industri pangan, menetapkan jumlah air yang bisa dipakai, hingga juga kebutuhan lingkungan hidup terhadap air.

Berbeda dengan presipitasi non-cair (seperti salju, batuan es, dan retakan), hujan merupakan presipitasi dengan wujudnya yaitu cair. Air hujan memerlukan atmosfer yang tebal untuk membawa suhu mendekati titik leleh es di dekat dan di atas permukaan bumi. Di bumi, air hujan merupakan sebuah proses mengembunkan uap air di atmosfer menjadi butiran air yang cukup besar untuk jatuh dan biasanya mencapai daratan. Dua proses yang mungkin terjadi pada saat bersamaan dapat membuat udara menjadi lebih jenuh sebelum hujan, yaitu mendinginkan udara atau menambah uap air ke udara. Virga merupakan presipitasi yang menguap sebelum mencapai bumi yang merupakan salah satu cara terjadinya penjumlahan udara. Tetesan air terbentuk dari tabrakan antara tetesan air atau kristal es dan awan. Ukuran tetesan hujan bervariasi, mulai dari pekat (seperti partikel besar) hingga bola kecil (partikel kecil).

Front cuaca atau kelembaban yang bergerak di sepanjang zona perbedaan antara suhu dan kelembaban tiga dimensi merupakan metode utama yang digunakan dalam pembuatan hujan. Jika saat itu terdapat kelembaban dan

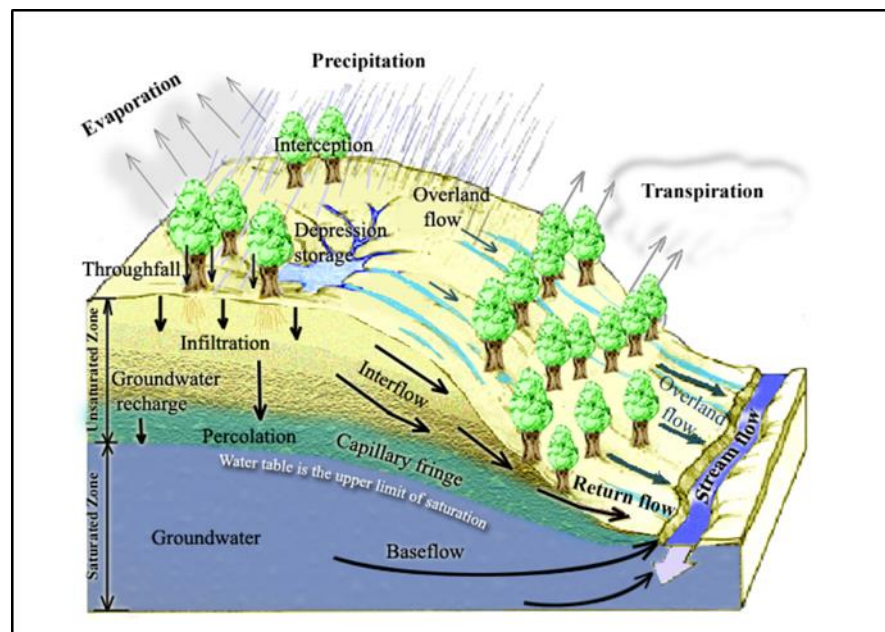
gerakan ke arah atas yang cukup, maka hujan akan jatuh dari awan konvektik atau awan dengan gerakan kuat ke atas seperti halnya kumulonimbus (badai petir) yang dapat bergabung membentuk ikatan hujan sempit. Pada daerah pegunungan, hujan deras akan terjadi apabila ada aliran atas lembah yang meningkat di sisi bagian atas angin permukaan pada ketinggian yang menuntut udara lembap untuk mengembun dan kemudian jatuh sebagai hujan di sepanjang bagian sisi pegunungan. Di bagian bawah angin pegunungan, iklim gurun akan berlangsung apabila udara kering yang disebabkan aliran bawah lembah yang mengakibatkan terjadinya pemanasan dan pengeringan massa udara. Pergerakan dari truf monsun, atau yang dikenal dengan zona konvergensi intertropis akan mengantarkan hujan ke iklim sabana. Hujan merupakan sumber utama bagi air tawar di hampir seluruh besar daerah di dunia, menyediakan kondisi yang sesuai untuk keragaman ekosistem begitu pula air untuk pembangkit listrik hidroelektrik maupun irigasi ladang. Cara mengukur curah hujan adalah dengan memakai pengukur hujan. Jumlah dari curah hujan akan dihitung dengan cara aktif oleh radar cuaca dan juga secara pasif oleh satelit cuaca.

### **C. Proses Terjadinya Hujan**

Terdapat berbagai proses dari sirkulasi air yang terus menerus terjadi secara berulang dari terjadinya hujan. Proses ini dikenal dengan sebutan siklus hidrologi. Dalam siklus hidrologi terdapat beberapa fase yang berlangsung hingga turunnya hujan, fase tersebut adalah evaporasi, kondensasi, adveksi, dan presipitasi. Evaporasi adalah siklus hidrologi yang diawali dengan

terjadinya penguapan. Penguapan ini akan terjadi di lautan maupun di daerah yang memiliki penyimpanan air dengan kapasitas besar maupun kecil.

Akibat dari penguapan air yang terjadi karena perubahan atas molekul dari bentuk yang cair ke bentuk uap adalah karena panas matahari. Penguapan ini menyebabkan naiknya molekul air ke atmosfer dan terciptalah awan. Sedangkan proses terjadinya penguapan yang berasal dari tumbuhan maupun hewan dikenal dengan transpirasi. Seluruh proses yang terjadi diatas akan mengakibatkan jatuhnya air dari atmosfer bumi atau proses ini dikenal dengan sebutan presipitasi. Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



(Sumber :Tarboton.2003)

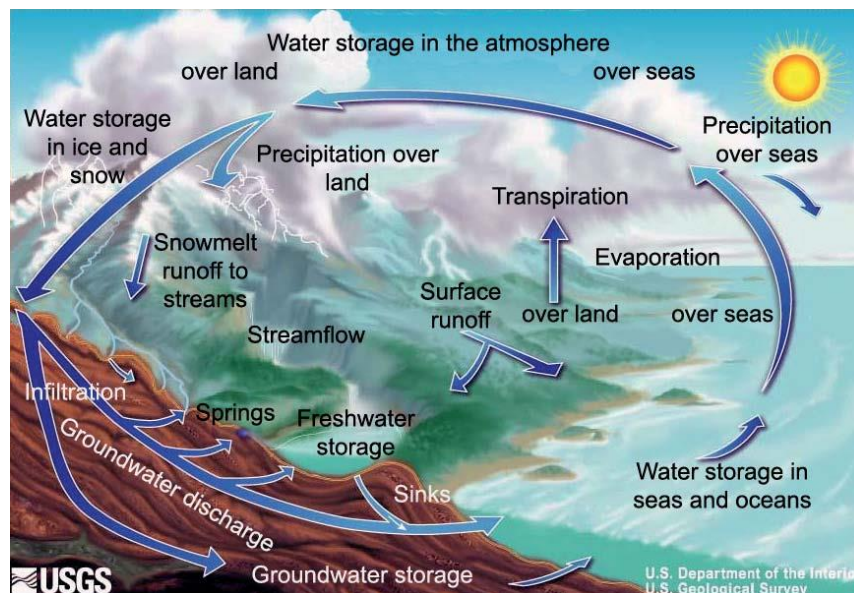
Gambar 2.1. Proses Terjadinya Hujan.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa terjadinya hujan diakibatkan terjadinya beberapa proses. Proses ini akan sangat berdampak terhadap terjadinya hujan

baik yang berpengaruh di mana hujan tersebut akan terjadi hingga bagaimana intensitas dari hujan tersebut.

#### D. Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi menggambarkan suatu rantai fenomena alam yang menghubungkan erosi, sedimentasi dan limpasan. Bagian dari siklus hidrologi yang disebut hujan, kondisi tanah dan vegetasi mempunyai peranan penting dalam proses erosi, sedimentasi dan limpasan (Wilson, 1993). Faktor dari hidrologi yang sangat berdampak ialah curah hujan (presipitasi). Curah hujan dari suatu wilayah adalah salah satu aspek yang dapat menentukan besar kecilnya debit banjir yang akan terjadi pada wilayah yang menerimanya (Sosrodarsono, 1993).



Sumber : Guide Hydrological Practices Volume I. WMO – No.168

Gambar 2.2. Siklus Hidrologi

Untuk menetapkan besar kecilnya suatu debit banjir rencana yang mana debit banjir tersebut akan memiliki dampak besar terhadap besarnya debit maksimum hingga kestabilan konstruksi yang ingin dibangun, maka analisis hidrologi sangat dibutuhkan dalam konteks ini. Data curah hujan harian selama 10 tahun terakhir yang akan digunakan sebagai dasar pengkalkulasian dalam menetapkan debit banjir rencana pada perencanaan sebuah konstruksi. Untuk data curah hujan rencana yang berasal dari data hujan harian selanjutnya akan digunakan untuk debit banjir rencana kemudian. Data hujan harian bisa didapatkan pada beberapa stasiun di area sekitar penelitian, di mana stasiun tersebut termasuk pada *catchment area* atau area dengan pengaliran sungai.

Terdapat beberapa langkah dalam menganalisis hidrologi adalah sebagai berikut :

1. Menetapkan Daerah Aliran Sungai (DAS) beserta luasnya.
2. Menetapkan luas dari pengaruh daerah stasiun-stasiun penakar hujan sungai.
3. Menetapkan curah hujan maksimum pada tiap tahunnya berdasarkan data curah hujan yang ada.
4. Menganalisis curah hujan dengan periode ulang T tahun.
5. Menghitung debit banjir rencana berlandas pada besarnya curah hujan rencana di atas periode ulang T tahun.

#### **E. Stasiun Pengamatan Curah Hujan**

Terdapat beberapa metode dalam mengamati curah hujan. Stasiun pengamat curah hujan merupakan metode atau cara yang paling sering digunakan di



Indonesia. Stasiun hujan harus terletak pada daerah yang tidak terhalang bangunan maupun pepohonan. Letak dari bangunan juga harus sesuai dengan tinggi curah hujan di daerah tersebut. Terdapat beberapa jenis stasiun dalam pengamatan curah hujan. Ada yang menggunakan sistem perhitungan secara manual hingga perhitungan dan pencatatan dengan cara otomatis. Perhitungan secara otomatis akan meminimalisir kesalahan. Dan juga nilai dari tingginya curah hujan akan dapat terekam dengan baik hingga tingkat *error* yang kecil.

#### **F. Data Curah Hujan Dengan Alat Pengukur Hujan Manual**

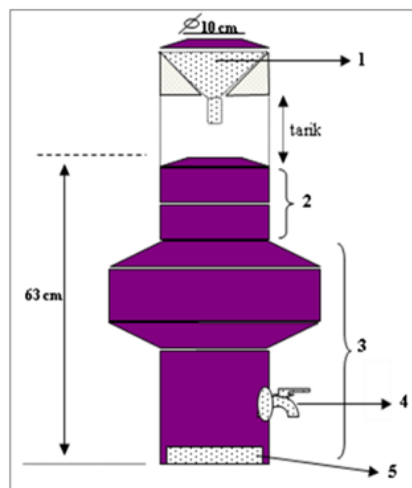
Alat ini biasa dikenal dengan nama Penakar Hujan Manual atau Penakar Hujan Observatorium, sedangkan alat ini lebih dikenal dengan sebutan Ombrometer pada kalangan pertanian. Sebuah alat yang dipakai dengan tujuan untuk menakar atau mengukur hujan harian.

Alat Penakar Hujan OBS ini adalah jejaring alat ukur cuaca yang paling banyak digunakan di Indonesia. Penempatannya 1 PH OBS mewakili dari luasan area 50 km<sup>2</sup> atau sampai dengan radius 5 km. Ini memainkan peran penting dalam deteksi awal musim (hujan/kemarau), membuatnya menjadi barang yang dicari dan sangat dibutuhkan. Bahan yang dipakai murah dan mudah didapat. Tujuan akhir dari mengukur curah hujan ialah ketinggian air yang disimpan, bukan jumlah airnya. Hujan yang akan turun apabila diasumsikan menyebar merata, homogen, dan jatuh ke wadah (kaleng) dengan penampang yang berbeda akan mempunyai tinggi yang sama dengan catatan faktor menguap, mengalir, dan meresap tidak ada.



(Sumber: Kurniawan.2020)

Gambar 2.3 Penakar Hujan Observatorium (OBS)



(Sumber: Kurniawan.2020)

Gambar 2.4 Detail Penakar Hujan Observatorium (OBS)

### G. Data Curah Hujan Dengan Alat Pengukur Hujan Otomatis

Penakar hujan dari macam Hellman adalah sebuah alat maupun instrumen untuk mengukur suatu curah hujan. Alat penakar hujan jenis ini adalah sebuah alat yang dengan jenis recording atau dapat melakukan pencatatan sendiri.

Alat ini biasanya digunakan pada stasiun-stasiun pengamatan udara permukaan. Meskipun cuaca dalam keadaan baik ataupun cerah, pengamatan dengan memakai alat ini akan dilaksanakan pada setiap harinya pada jam-jam khusus. Jumlah dari curah hujan yang telah terhimpun pada dalam bentuk garis vertikal yang sudah tertulis pada kertas pias akan dicatat oleh alat ini.

Untuk mencegah dari kerusakan-kerusakan yang biasanya terjadi, alat ini akan membutuhkan pemeliharaan yang cukup intensif. Salah satu parameter yang signifikan dari cuaca adalah curah hujan. Data dari curah hujan sangat penting untuk dipakai oleh BMKG maupun masyarakat yang membutuhkan data curah hujan tersebut. Hujan adalah salah satu hal yang mempunyai pengaruh sangat besar pada kehidupan manusia, hal ini disebabkan karena hujan bisa memperlancar atau bahkan menghambat dari aktivitas manusia. Sehingga, data curah hujan yang dimiliki wajib memiliki kualitas bermutu hingga mempunyai keakuratan tinggi. Maka dari itu seorang pengamat pada stasiun harus memahami dengan baik mengenai alat penakar hujan yang akan mereka gunakan. Alat penakar yang termasuk sering digunakan adalah alat penakar hujan jenis Hellman (Bunganaen, 2013).

Air hujan yang turun, kemudian akan masuk melalui corong dan selanjutnya terkumpul pada tabung dimana terdapat pelampung. Pelampung beserta tangkainya akan naik keatas ataupun terangkat yang disebabkan oleh air hujan tersebut. Tangkai pelampung yang memiliki tongkat pena akan memiliki gerakan yang selalu mengikuti dari tangkai pelampung. Gerakan dari pena kemudian akan dicatat pada pias yang akan digulung pada sebuah silinder jam yang bisa berputar dengan bantuan tenaga per.



(Sumber: *Agusta Kurniawan.2020*)

Gambar 2.5 Penakar Hujan Jenis Hellman.

Jika air yang berada pada tabung hampir penuh (hal ini dapat dilihat pada lengkungan selang gelas), maka pena akan menempati tempat teratas pada pias. Berdasar pada sistem siphon otomatis air yang berada di dalam tabung akan keluar hingga ketinggian ujung dalam tabung, jika setelah air telah mencapai atau telah melewati puncak dari lengkungan selang gelas. Tangki pelampung, pena turun, dan pencatatan pada pias adalah garis lurus vertikal berdampingan dengan keluarnya air. Pelampung akan naik kembali seperti di atas apabila hujan masih turun terus-menerus. Sehingga jumlah curah hujan akan dapat dikalkulasikan maupun ditetapkan dengan menghitung dari garis-garis vertikal.

Dalam sebuah sistem DAS, jumlah hujan yang terjadi pada suatu DAS adalah besaran yang sangat penting. Maka dari itu pengukuran yang dikerjakan harus dengan cermat. Yang dimaksudkan dari jumlah hujan tersebut ialah seluruh hujan yang terjadi pada DAS yang berhubungan dikarenakan hujan ini akan membentuk aliran di sungai. Dengan begitu, setiap saat harus diukurnya

seluruh hujan yang terjadi. Akibat dari tuntutan tersebut adalah adanya alat ukur di DAS yang dapat menangkap semua air hujan yang turun. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang baik maka pemasangan alat pengukur hujan harus memenuhi beberapa syarat yaitu:

1. Jangan dipasang di tempat-tempat yang selalu terbuka (*overexposed*), seperti di puncak gedung dan puncak bukit.
2. Jangan memasang di tempat yang terlalu tertutup, seperti di antara dua gedung tinggi.
3. Jarak terdekat adalah 4 kali tinggi gedung / halang rintang terdekat.
4. Mudah mendapatkan tenaga dari pengamat.

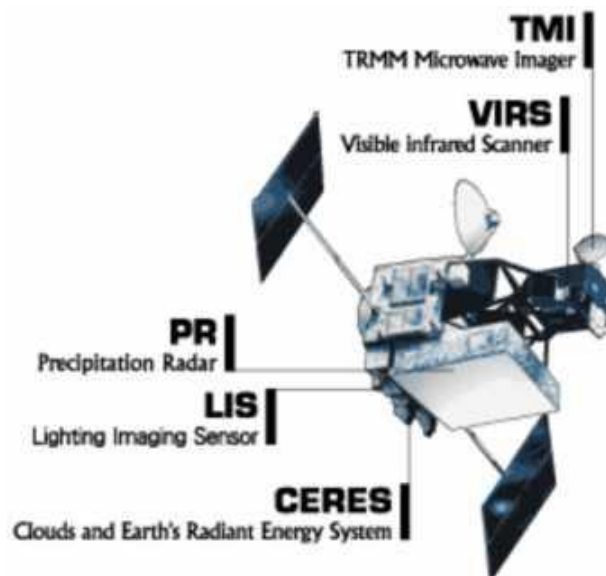
#### **H. Data Curah Hujan Satelit TRMM**

Pada tahun 1997, NASA dan Badan Eksplorasi Ruang Angkasa Jepang bersama-sama meluncurkan *The Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) untuk mempelajari curah hujan dan melakukan studi cuaca dan iklim. TRMM adalah satelit penelitian yang dirancang untuk memperdalam pemahaman kita tentang distribusi dan variabilitas curah hujan di wilayah tropis, yang merupakan bagian dari siklus air saat ini dalam sistem iklim. TRMM mencakup wilayah tropis dan subtropis di Bumi. Pemanfaatan data satelit TRMM sudah banyak digunakan dalam berbagai kajian masalah cuaca dan iklim di Indonesia, seperti penggunaan data satelit TRMM untuk kajian analisis kondisi cuaca ekstrim (Marpaung et al., 2012). TRMM memberikan informasi yang sangat dibutuhkan tentang curah hujan dan pelepasan panas

terkait, membantu mendorong pembentukan sirkulasi atmosfer global yang memengaruhi cuaca dan iklim.

Dalam koordinasi dengan satelit lain di sistem pengamatan Bumi NASA, TRMM menggunakan beberapa instrumen yang dibawa ke luar angkasa untuk memberikan informasi curah hujan yang kritis guna meningkatkan pemahaman kita tentang interaksi antara uap air, awan, dan presipitasi, yang penting untuk mengatur iklim Bumi.

Selain itu ditambahkan oleh Suryantono et al. (2008) bahwa variasi spasio temporal curah hujan indonesia berbasis observasi satelit TRMM, dimana karakteristik data TRMM mempunyai pola yang sama dengan data observasi di permukaan. TRMM sudah memberikan pengukuran curah hujan kritis pada daerah tropis dan juga subtropis pada planet kita sejak diluncurkannya dalam tahun 1997. *The Precipitation Radar (PR)* akan mengamati melalui kolom pengendapan dan juga akan memberikan wawasan baru ke dalam struktur badai tropis maupun intensifikasi. *The TRMM Microwave Imager (TMI)* mengkalkulasi energi gelombang mikro yang telah dipancarkan oleh bumi maupun atmosfernya untuk mengukur bagaimana uap air, intensitas hujan dan juga air awan pada atmosfer. Prakiraan siklon tropis, ramalan cuaca numerik, maupun presipitasi klimatologi adalah beberapa hasil dari masukan pengukuran curah hujan TRMM.



(Sumber: <https://gpm.nasa.gov/TRMM>, diakses 20 September 2021)

Gambar 2.6 Instrumen TRMM.

Terdapat beberapa bagian mengenai data yang akan diperoleh dari TRMM (satelit yang berada diruang angkasa). Berikut adalah instrumen dari TRMM :

#### 1. *Precipitation Radar (PR)*

*Precipitation Radar* merupakan instrumen yang dibentuk untuk mendistribusikan peta tiga dimensi struktur badai dan merupakan pesawat ruang angkasa pertama. Pengukuran ini akan memberikan informasi yang sangat berharga mengenai intensitas dan juga distribusi hujan, pada jenis hujan, begitu pula mengenai kedalaman badai dan pada ketinggian dimana salju akan meleleh menjadi hujan. Untuk meningkatkan dari model sirkulasi atmosfer global, dapat dipakainya perkiraan panas yang akan dilepaskan menuju atmosfer pada ketinggian yang berbeda-beda berdasar pengukuran yang telah dihasilkan instrumen ini.

*Precipitation Radar* mempunyai resolusi horizontal pada tanah sekitar 3,1 mil (lima kilometer) dan lebar petak 154 mil (247 kilometer). Kemampuannya untuk mendistribusikan profil vertikal hujan dan salju dari permukaan hingga ketinggian pada kira-kira 12 mil atau 20 kilometer adalah salah satu fitur yang paling penting dari instrumen ini. Tingkat hujan yang cukup ringan hingga pada sekitar 0,027 inci (0,7 milimeter) per jam bisa dideteksi oleh Radar Presipitasi. Metode baru dari pengolahan data ini telah dikembangkan untuk membantu mengoreksi efek dari tingkat hujan yang intens, dengan efek atenuasi yang bisa menjadi kuat.



(Sumber: <https://eosps.nasa.gov/missions/tropical-rainfall-measuring-mission>, diakses 20 September 2021 )

Gambar 2.7 Precipitation Radar (PR).

## 2. *The Tropical Rainfall Measuring Mission's Microwave Imager (TMI)*

TMI merupakan sensor gelombang mikro pasif yang didesain untuk memberikan wawasan mengenai curah hujan kuantitatif di atas petak lebar di bawah satelit TRMM. TMI bisa menghitung uap air, air awan maupun intensitas hujan di atmosfer dengan cara mengkalkulasi jumlah energi gelombang mikro yang telah dipancarkan oleh bumi dan juga atmosfernya. Instrumen ini adalah termasuk instrumen yang mengkonsumsi daya relatif



kecil. TMI dibentuk menjadi instrumen utama dari paket pengukuran hujan di Misi Pengukuran Curah Hujan Tropis dikarenakan instrumen ini telah dikombinasikan dengan petak lebar dan juga informasi kuantitatif yang baik menyangkut curah hujan.

### 3. *The Visible and Infrared Scanner (VIRS)*

Salah satu instrumen utama yang berada pada observatorium *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) ialah *The Visible and Infrared Scanner (VIRS)*. Dalam paket pengukur hujan, VIRS merupakan salah satu dari tiga instrumen yang berguna menjadi indikator curah hujan secara tidak langsung. Hal ini juga berhubungan dengan pengukuran TRMM dan pengukuran lain yang dibentuk secara rutin memakai meteorologi.

*Geostationary Operational Environmental Satellites* (GOES) yang dioperasikan oleh Amerika Serikat, membuat *Polar Orbiting Environmental Satellites* (POES). Mulai dari yang bisa terlihat hingga inframerah atau 0,63 hingga 12 mikrometer, VIRS bisa merasakan radiasi yang berasal dari bumi pada lima wilayah spektrum. VIR adalah salah satu instrumen utama. Alasannya adalah yang pertama, kemampuannya dalam deliniasi curah hujan sangat baik. Yang kedua, VIR bisa berfungsi sebagai standar transfer untuk pengukuran lain yang dibentuk secara rutin oleh satelit POES dan juga GOES. Daerah spektral dapat dipakai untuk menetapkan suhu (inframerah) ataupun kecerahan (terlihat dan dekat inframerah) dari sumbernya berdasarkan intensitas radiasinya.

VIRS akan memakai cermin berputar untuk memindai pada lintasan observatorium TRMM, sehingga menyapu daerah seluas 833 kilometer saat

observatorium berada pada sepanjang orbitnya. VIRS bisa menetapkan fitur awan individu sekecil 2,4 kilometer, apabila mengamati langsung ke bawah (nadir).

4. *The Lighting Imaging Sensor (LIS)*

Untuk mendeteksi dan juga menempatkan petir di atas wilayah tropis di dunia bisa menggunakan *The Lighting Imaging Sensor* yaitu instrumen kecil yang dikenal dengan kecanggihannya. Sensor bisa memberikan informasi yang bisa menyebabkan sensor petir maju di masa depan yang mampu mengembangkan perkiraan cuaca dengan sangat signifikan memakai titik pandang di angkasa, dan dengan melihat ke bawah dari titik yang menguntungkan di atas observatorium Pengamatan Curah Hujan Tropis (TRMM). Sensor pencitraan petir berusaha untuk memperluas kemampuan para ilmuwan untuk mensurvei kegiatan petir dan juga badai petir dalam skala global. Detektor Petir dapat menemukan juga mendeteksi petir dalam badai individu dikarenakan detektor petir merupakan kombinasi dari elemen optik dan juga elektronik termasuk imager.

5. *The Clouds and The Earth's Radiant Energy System (CERES)*.

The Clouds and The Earth's Radiant Energy System (CERES) merupakan salah satu instrumen yang diterbangkan pada area atas observatorium TRMM. Data yang berasal dari instrumen CERE akan dipakai untuk memahami energi yang dipertukarkan antara matahari, atmosfer, permukaan dan awan bumi maupun ruang. Namun hal ini hanya beroperasi selama Januari – Agustus 1998, dan juga Maret 2000 sehingga catatan data yang tersedia lumayan cukup singkat.

CERES mengukur energi pada area atas atmosfer dan juga memperkirakan tingkat energi pada atmosfer dan di permukaan bumi. Memakai informasi yang berasal dari instrumen pencitraan awan dengan resolusi sangat tinggi pada pesawat ruang angkasa yang sama, CERES juga bisa menetapkan properti dari awan termasuk jumlah awan, hingga partikel awan. Seluruh pengukuran ini sangat berharga dikarenakan bisa membantu pemahaman kita mengenai sistem total iklim di bumi dan kemudian memperbaiki prediksi iklim.

### I. Koefisien Korelasi Pearson

Koefisien korelasi adalah ukuran yang digunakan untuk menetapkan seberapa kuat hubungan antara variabel-variabel (terutama data kuantitatif). Apabila data dari hasil pengamatan atau pengukuran memiliki banyak variabel, maka dalam melaksanakan analisa lanjutan perlu memebentuk pemilihan tentang variabel-variabel mana yang kuat keterkaitannya (Estiningtyas, 2007). Studi yang mengulas mengenai derajat asosiasi ataupun derajat hubungan antara variabel-variabel dikenal dengan analisa korelasi. Analisa korelasi sulit untuk dipisahkan dari analisa regresi, karena jika variabel hasil dari pengamatan ternyata mempunyai kaitan yang erat dengan variabel yang lain, maka kita bisa meramalkan nilai dari variabel pada suatu individu lain berdasarkan pada nilai variabelnya.

Hal ini dilakukan dengan analisa regresi (Walpole, 1995) Besaran koefisien

$$\text{Correl (x,y)} = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

x = Data curah hujan TRMM

y = Data curah hujan BMKG

Batasan koefisien korelasi :

$$-1 \leq r \leq 1$$

Untuk mempermudah dalam melaksanakan Interpretasi mengenai koefisien korelasi dibuatlah beberapa kriteria sebagai berikut :

1. Jika  $r$  semakin mendekati 1, maka kedua variabel bisa dikatakan mempunyai hubungan erat secara positif, dengan arti : semakin besar nilai variabel pertama dari sebuah objek, semakin besar pula nilai dari variabel kedua pada objek yang sama tersebut.
2. Jika  $r$  mendekati -1, maka kedua dari variabel berkaitan erat secara negatif, artinya semakin besar nilai variabel pertama dari sebuah objek, diharapkan semakin kecil nilai dari variabel kedua pada objek yang sama.
3. Jika  $r$  berkisar sekitar 0, maka kedua variabel memiliki hubungan yang sangat lemah atau mungkin tidak memiliki kaitan sama sekali, artinya : tidak ada hubungan antara nilai variabel pertama dengan variabel kedua.
4. (0) : Tidak ada korelasi antara dua variabel.  
 (0 – 0,19): Korelasi sangat rendah ; (0,20 – 0,39): Korelasi rendah  
 (0,4 – 0,59): Korelasi sedang ; (0,6 – 0,79): Korelasi kuat  
 (0,81 – 1): Korelasi sangat kuat

#### ***J. Time Lag***

Dalam menganalisis korelasi data curah hujan TRMM dan BMKG yang ada digunakan waktu tunda yaitu dari h-3 dari data pembanding hingga h+3, dari data pembanding waktu ini digunakan untuk mengetahui apakah hipotesa bahwa kesimpulan yang ada pada penelitian sebelumnya benar, sebelumnya (Pratiwi, 2017) Menyimpulkan bahwa korelasi TRMM dan data BMKG memiliki kesamaan yang lebih besar untuk H+1 pada korelasi harian. Akan tetapi untuk beberapa korelasi lain nilai korelasi terbesar berubah sehingga digunakan h-3 hingga h+3 untuk menyesuaikan ataupun melihat seberapa besar beda hari mempengaruhi korelasi data hujan TRMM dan BMKG.

#### **K. Analisis Regresi Linear**

Analisis regresi linier ialah sebuah metode yang digunakan untuk menganalisa hubungan antara variabel. Hubungan tersebut dapat diimplementasikan dalam bentuk persamaan yang menghubungkan variabel terikat Y dengan satu atau bahkan lebih dari variabel bebas  $X_1, X_2, \dots, X_k$ . Jika hanya memiliki satu variabel bebas, maka model yang diperoleh dapat disebut dengan model regresi linier sederhana sedangkan jika variabel bebas yang dipakai lebih dari satu, model yang didapatkan disebut model regresi linier berganda (Nachrowi, 2008). Hubungan yang diperoleh secara umum dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menggambarkan hubungan fungsional antara variabel-variabel. Penetapan dari variabel mana yang bebas dan mana yang terikat dalam berbagai hal tidak mudah dapat dilakukan. Studi yang sangat cermat, diskusi yang seksama, beberapa pertimbangan, kewajaran masalah yang dihadapi dan pengalaman akan membantu memudahkan penetapan. Variabel yang mudah diperoleh atau

tersedia sering digolongkan ke dalam bagian variabel bebas sedangkan variabel yang terjadi karena variabel bebas itu merupakan variabel terikat.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_i + \varepsilon_i \dots \dots \dots (2)$$

**Keterangan**

$\beta_0, \beta_1$  = Parameter Model Regresi

$\varepsilon_i$  = Kesalahan/ error

i = 1,2,...n

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **A. Umum**

Dalam metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari data sekunder yang diperoleh dari website resmi BMKG dan juga TRMM ini digunakan dengan memvalidasi dan menormalisasi kedua data yang ada. Data yang digunakan dalam analisis ini bersifat sekunder. Didalam analisis ini digunakan metode korelasi dan *cross correlation* ini digunakan dengan melihat hubungan data hujan terukur terhadap data hujan satelit dan memprediksi menggunakan pemodelan matematis. Hal ini dilakukan dengan menggunakan data hujan dari beberapa daerah berbeda. Lalu menghilangkan data hujan selama satu tahun. Lalu mencoba memprediksinya dengan data hujan TRMM melalui pemodelan matematis.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk dapat memprediksi nilai curah hujan terukur lapangan BMKG yang seringkali digunakan dalam perencanaan di Indonesia dengan nilai kemampuan prediksi mendekati nilai 100%. Semua percobaan pencarian data hujan yang hilang dimaksudkan untuk memenuhi tujuan tersebut.

## **B. Prosedur Penelitian**

Pada penelitian kali ini digunakan beberapa prosedur penelitian yang menjadi tahapan penelitian yang dilakukan. Prosedur penelitian yang menjadi tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

## **C. Studi Literatur**

Studi literatur adalah tahapan yang dilakukan dengan mengumpulkan literatur maupun penelitian penelitian sebelumnya. Ini dikumpulkan lalu dijadikan referensi penelitian sehingga dapat dihasilkan hipotesa dasar dan juga kerangka penelitian.

## **D. Pengumpulan Data**

Dalam penelitian ini digunakan data sekunder yang diperoleh dari beberapa sumber yaitu data hujan BMKG dan data hujan satelit TRMM dalam kurun waktu 20 tahun. Data yang digunakan dilakukan pemeriksaan terlebih dahulu lalu dilakukan normalisasi dan validasi data hujan.

## **E. Pengolahan Data**

Tahapan selanjutnya yang dilakukan setelah pengumpulan data adalah pengolahan data yang dilakukan dengan beberapa metode, untuk tahapan pengolahan data adalah sebagai berikut:

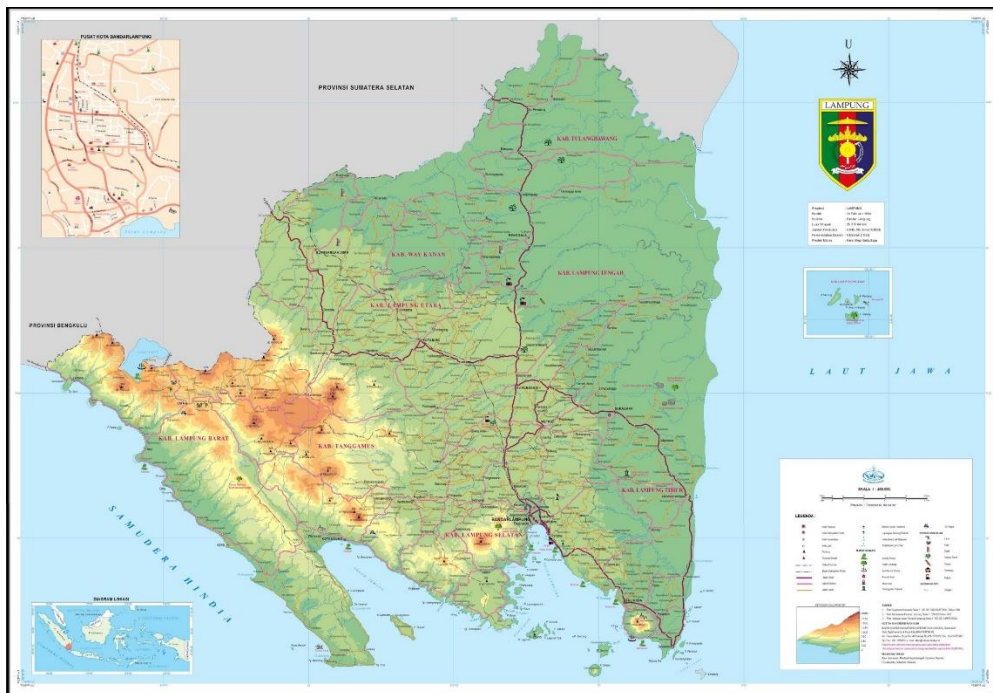
1. Membuat data hujan menjadi data hujan dengan bentuk time series
2. Menormalisasi data hujan dengan mengganti data hujan yang tidak terukur dengan nilai 0



3. Melakukan korelasi data hujan antara data hujan TRMM dan data hujan BMKG dalam waktu harian tanpa *time lag*
4. Melakukan korelasi data hujan antara data hujan TRMM dan data hujan BMKG dalam waktu harian dengan *time lag* H-3
5. Melakukan korelasi data hujan antara data hujan TRMM dan data hujan BMKG dalam waktu harian dengan *time lag* H-2
6. Melakukan korelasi data hujan antara data hujan TRMM dan data hujan BMKG dalam waktu harian dengan *time lag* H-1
7. Melakukan korelasi data hujan antara data hujan TRMM dan data hujan BMKG dalam waktu harian dengan *time lag* H+1
8. Melakukan korelasi data hujan antara data hujan TRMM dan data hujan BMKG dalam waktu harian dengan *time lag* H+2
9. Melakukan korelasi data hujan antara data hujan TRMM dan data hujan BMKG dalam waktu harian dengan *time lag* H+3
10. Melakukan perbandingan nilai korelasi mana yang memiliki nilai paling besar dan mengambil variabel tersebut untuk dijadikan analisis
11. Menganalisis regresi dari variabel yang mempunyai korelasi paling besar dan melakukan pemodelan fungsi untuk mendapatkan fungsi untuk memprediksi data curah hujan terukur BMKG.
12. Menentukan nilai koefisien determinasi dan melihat seberapa besar peningkatan kemampuan model memprediksi data hujan yang dianalisis menggunakan *Time Lag*
13. Menghitung nilai error dari fungsi matematis yang dapat memprediksi data hujan terukur.

## F. Lokasi dan Waktu Penelitian

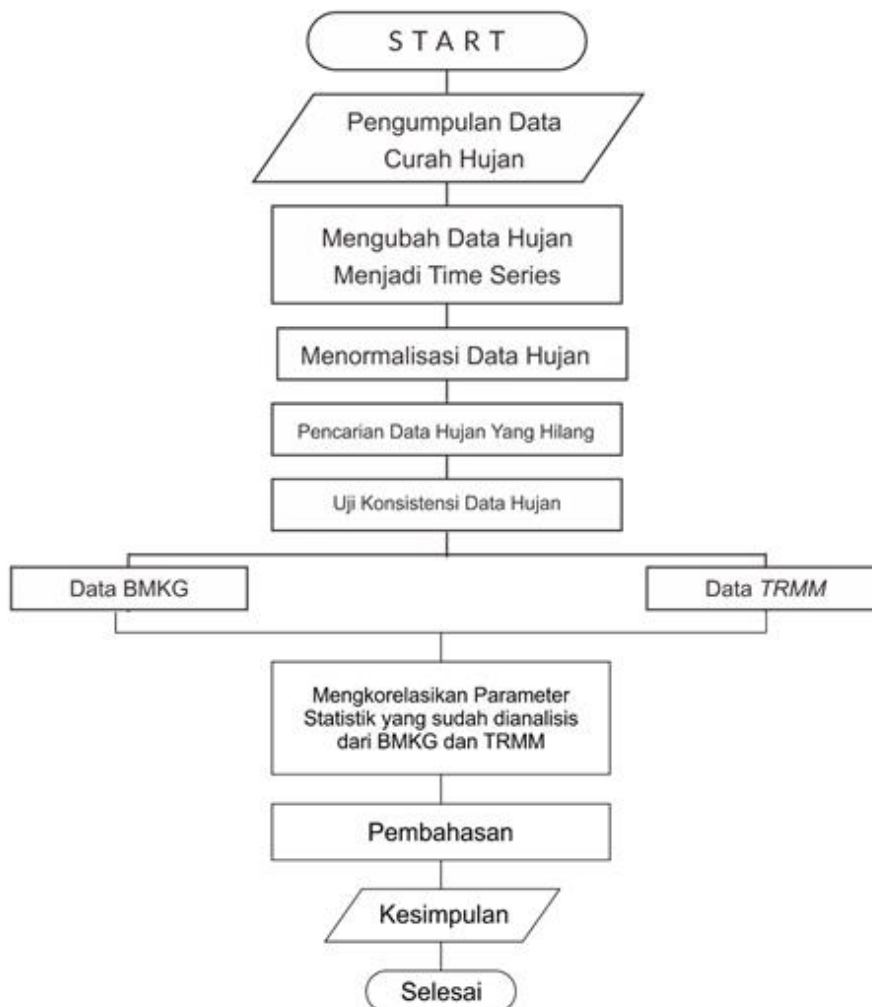
Penelitian dilakukan di Provinsi Lampung dengan menggunakan data hujan yang berada pada 4 titik lokasi di Provinsi Lampung yaitu Stasiun Geofisika Lampung Utara (Kotabumi), Stasiun Maritim Tanjung Karang, Stasiun Klimatologi Pesawaran (Masgar) dan Stasiun Radin Inten II. Titik ini mewakili tipe lokasi yang berbeda dengan elevasi yang berbeda pula sehingga karakteristik dari tiap stasiun hujan juga punya perbedaan jumlah dan parameter statistiknya.



Gambar 3.1. Peta Provinsi Lampung

Sumber: BPBD Administrasi provinsi Lampung

## G. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

## H. Analisis Hasil Penelitian

Analisis hasil penelitian adalah analisis yang menarik kesimpulan dari nilai-nilai yang didapatkan seperti nilai korelasi antar stasiun, nilai parameter statistik dan perbandingan grafik data hujan untuk menghasilkan kesimpulan tentang tingkat kesamaan pola curah hujan, karakteristik data curah hujan dan pengaruh faktor faktor lain dalam menentukan tinggi curah hujan.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka untuk mengatasi data curah hujan yang hilang dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*), dengan adanya pemanfaatan teknologi tersebut curah hujan yang tidak tercatat pada stasiun BMKG memungkinkan untuk diprediksi datanya. Pada penelitian yang dilakukan di Provinsi Lampung disimpulkan bahwa curah hujan TRMM dan BMKG di setiap stasiun mempunyai korelasi dan regresi yang lebih baik pada *time lag* H+1 dan tanpa waktu tunda (H0) dengan nilai kumulatif yaitu 0,3602 – 0,4808 untuk kumulatif harian, 0,417 – 0,555 untuk kumulatif 2 harian, 0,569 – 0,706 untuk kumulatif 7 harian, 0,612 – 0,785 untuk kumulatif 15 harian dan 0,715 – 0,811 dan untuk kumulatif 30 harian.

Dari hasil analisis regresi linear data curah hujan TRMM dan BMKG dengan *Time Lag* bahwa kemampuan prediksi data curah hujan BMKG adalah pada H0 dan H+1 yang paling baik korelasinya. Sehingga adanya peningkatan pada kemampuan prediksi pada *Time Lag* tersebut.

## **B. Saran**

Untuk mengembangkan penelitian selanjutnya, peneliti menyarankan untuk menambahkan hal-hal berikut:

1. Dalam penelitian ini dilakukan analisis dengan menggunakan data hujan daerah Provinsi Lampung BMKG dan TRMM sehingga lebih baik pada penelitian selanjutnya digunakan sumber data yang berbeda dan jumlah stasiun yang lebih banyak agar dapat mewakili banyak data.
2. Pada penelitian selanjutnya untuk melakukan analisis lebih detail dengan menggunakan data curah hujan berupa data per jam, karna pada hasil penelitian ini terjadi pada Time Lag  $H+1$  dan  $H_0$ .
3. Untuk menghasilkan penelitian yang lebih akurat disarankan untuk menambahkan faktor yang berpengaruh lainnya, seperti faktor angin ataupun faktor suhu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, Fanni, Joko Sampurno, dan Andi Ihwan. 2014. *Modifikasi Estimasi Curah Hujan Satelit TRMM dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik Studi Kasus Stasiun Klimatologi Siantan. Jurnal POSITRON IV(2):40–45.*
- Akbar, Pungky Saiful, dan Dodo Gunawan. 2004. *Prediksi Curah Hujan Bulanan Stasiun BMKG Di Provinsi Bengkulu Menggunakan Teknik Downscaling Statistik. Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika 1(1):1–12.*
- Bunganaen Wilhelmus, Denik S. Krisnayanti, dan Yacobus A. Klau, 2013. *Analisis Hubungan Tebal Hujan dan Durasi Hujan pada Stasiun Klimatologi Lasiana Kota Kupang. Jurnal Teknik Sipil Vol.II No. 2. Universitas Nusa Cendana. Kupang.*
- Cao, Y., Zhang, W., and Wang, W. 2017. *Evaluation of TRMM 3B43 data over the Yangtze River Delta of China. Scientific Reports.*
- Chapra, S. C, Canale, R. P. 1988. *Numerical Methods for Engineers 2<sup>nd</sup> Edition.* McCraw- Hill.
- Fitria, Welly, dan Guntur Prayogo, 2019. *Pendugaan Data Kosong Curah Hujan Observasi Dengan Metode Regresi Piecewise.* Departemen Statistika, FMIPA, Institut Pertanian Bogor.

- Gunawan, Dodo. 2008. *Perbandingan Curah Hujan Bulanan dari Data Pengamatan Permukaan , Satelit TRMM dan Model Permukaan NOAA*. Jurnal Meteorologi Dan Geofisika 9(1):1–10.
- Ginting, Jody Martin, Joko Sujono, dan Rachmad Jayadi, 2019. *Analisis Hubungan Data Hujan Satelit dengan Hujan Terukur ARR Kalibawang*. Prosiding Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS) x 2019. ISSN 2477-00-86
- Hadi, Arif Ismul, dan Suwarsono Herliana. 2006. *Analisis Karakteristik Intensitas Curah Hujan di Kota Bengkulu*. Jurnal Fisika FLUX 7(0736):119–29.
- Jarwanti, Dieta Putri, Ery Suhartanto, dan Jadfian Sidqi Fidari, 2021. *Validasi Data Curah Hujan Satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) dengan Data Pos Penakar Hujan di DAS Grindulu, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur*. Journal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air, Vol.1 No.2 (2021) p.772-785.
- Kurniawan, Agusta. 2020. *Evaluasi Pengukuran Curah Hujan Antara Hasil Pengukuran Permukaan (AWS, HELLMAN, OBS) dan Hasil Estimasi (Citra Satelit =GSMaP) Di Stasiun Klimatologi Mlati Tahun 2018*. Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan (JGEL) Vol.4, No.1 Januari 2020 : 1 - 7.
- Marpaung, Sartono, Didi Satiadi, dan Teguh Harjana, 2012. *Analisis Kejadian Curah Hujan Ekstrem di Pulau Sumatera Berbasis Data Satelit TRMM dan Observasi Permukaan*. Jurnal Sains Dirgantara, Vol.9 No.2 Juni 2012: 127-138.
- Mashudi, Imam, M.Anwar, dan Fengky F.Adji, 2020. *Pemanfaatan Data Satelit Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Untuk Pemetaan Zona*

*Agroklimat Neraca Air Lahan di Kalimantan Tengah*. Journal of Environment and Management, E-ISSN 2722-6727.

Nachrowi, D.N, dan Hardius U. 2008. *Penggunaan Teknik Ekonometrika*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.

Noor, Riza Arian, M. Ruslan, Gusti Rusmayadi, dan Badaruddin,2016. *Pemanfaatan Data Satelit Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) untuk Pemetaan Zona Agroklimat Oldeman di Kalimantan Selatan*. EnviroScienceae Vol.12 No.3, November 2016. p-ISSN 1978-8096.

Orfa, Lourina Evanale, dan Abdul Samad, 2018. *Kajian Penggunaan Data TRMM (Tropical Rainfall Measuring Missions) Untuk Analisis Hidrologi (Studi Kasus pada Bendungan Lolak Kab. Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara)*. Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA) 2018. ISSN 2527-6042.

Pangestu, Ibnu Tuhu, A.Zakaria, dan Subuh Tugiono.2019. *Analisis Korelasi Data Curah Hujan BMKG dengan TRMM (Studi Kasus Stasiun BMKG di Sumatera Utara)*. JRSDD, 8(1), 157-180.

Pratiwi, Destiana Wahyu, Joko Sujono, dan Adam Pamudji Rahardjo, 2017. *Evaluasi Data Hujan Satelit Untuk Prediksi Data Hujan Pengamatan Menggunakan Cross Correlation*. Jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek.

Renggono, Findy dan M. Djazim Syaifullah.2011. *Kajian Meteorologis Bencana Banjir Bandang di Wasior, Papua Barat*. Jurnal Meteorologi dan Geofisika, 12(1), 33-41

Sosrodarsono, Suyono. 1993. *Hidrologi untuk Pengairan*. Pradnya Paramita. Jakarta



- Suryantono, A., Hallmurrayman, Harjana, T., Tambunan, T.H., Komarudin, R., dan Hamdan, R. 2008. *Aplikasi Satelit TRMM Untuk Prediksi Curah Hujan Di Indonesia*. Prosiding Workshop Nasional Aplikasi Sains Atmosfer. LAPAN
- Syaifullah, M.D., 2014. *Validasi Data TRMM Terhadap Data Curah Hujan Aktual di Tiga DAS di Indonesia*. Jurnal Meteorologi dan Geofisika, 15(2), 109-118.
- Tarboton, David G. 2003. *Rainfall - Runoff Processes*. Utah State University
- Tjasyono, B. 2007. *Mikrofisika Awan Dan Hujan*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Jakarta.
- Todini, E. 2001. *A Bayesian technique for conditioning radar precipitation estimates to rain-gauge measurements*. *Hydrology and Earth System Sciences*, 5(2):187-199.
- Triatmodjo, Bambang, 2013. *Hidrologi Terapan*, Cetakan Ketiga. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, Bambang, 1993. *Metode Numerik*, Yogyakarta: Beta Offset.
- Walpole, Ronald, E. 1995. *Pengantar Statistika*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wilson, E.M., 1993. *Hidrologi Teknik*. Penerbit ITB, Bandung.
- Wirahma, Samba, Ibnu Athoillah, dan Sutrisno. 2015. *Perbandingan Prediksi Curah Hujan GFS Meteorogram dengan Curah Hujan Trmm di DAS Riam Kanan Kalimantan Selatan*. Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca, Vol.16 No.2, 2015: 73 - 81.
- Wong, W. F. J., and Chiu, L. S. 2008. *Spatial and Temporal Analysis of Rain Gauge Data and TRMM Rainfall Retrievals in Hong Kong*. Geographic

Information Sciences, 14(2):105-112.

World Meteorological Organization. 2008. Guide to Hydrological Practices Volume

I. WMO -No.168.

Zakaria, Ahmad. 2015. *Pemodelan Periodik Dan Stokastik Curah Hujan Harian dari Wilayah Pringsewu*. Jurnal Rekayasa 19(1):153.

Zubaidah, Any, 2012. *Analisis Perubahan Curah Hujan Satelit Tropical Measuring Mission (TRMM) Tahun 2009 dan Tahun 2010*. Jurnal Ilmiah Widya 2012.