

**PERBANDINGAN SPEKTRUM CURAH HUJAN HARIAN BMKG
DENGAN SPEKTRUM CURAH HUJAN HARIAN TRMM (*TROPICAL
RAINFALL MEASUREMENT MISSION*)
(STUDI KASUS : DKI JAKARTA)**

Immanuel K Perangin Angin¹⁾

Ahmad Zakaria²⁾

Dyah Indriana K.²⁾

Abstrak

Membandingkan data curah hujan harian BMKG dengan satelit TRMM telah dilakukan terhadap beberapa stasiun curah hujan BMKG di daerah provinsi DKI Jakarta. Stasiun curah hujan BMKG yang diamati adalah stasiun curah hujan Kemayoran, Tanjung Priok dan Halim Perdana Kusuma. Data curah hujan harian yang diamati diambil dari tahun 1998-2017.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat korelasi antara data curah hujan harian BMKG dengan satelit TRMM di daerah provinsi DKI Jakarta. Dengan menggunakan perhitungan metode *spectral*. Dimana dari perhitungan tersebut dengan menggunakan software FFT (*Fast Fourier Transform*) maka didapatkan nilai amplitudo pada stasiun curah hujan BMKG dan satelit TRMM. Kemudian data tersebut dibandingkan dan diamati korelasinya.

Dari hasil analisis perhitungan diperoleh nilai korelasi antara data curah hujan harian BMKG dengan satelit TRMM di tiga stasiun curah hujan BMKG di provinsi DKI Jakarta adalah sebagai berikut: untuk stasiun Kemayoran didapat nilai korelasi spektrum curah hujan harian sebesar 0,1017 sedangkan untuk nilai korelasi spektrum curah hujan harian di stasiun Tanjung Priok didapatkan nilai sebesar 0,09 dan untuk stasiun curah hujan Halim Perdana Kusuma didapatkan nilai korelasi spektrum curah hujan harian sebesar 0,008. Untuk nilai korelasi spektrum curah hujan kumulatif 10 harian yaitu untuk stasiun Kemayoran didapat nilai korelasi spektrum curah hujan kumulatif 10 harian sebesar 0,539 sedangkan untuk nilai korelasi spektrum curah hujan harian di stasiun Tanjung Priok didapatkan nilai sebesar 0,504 dan untuk stasiun curah hujan Halim Perdana Kusuma didapatkan nilai korelasi spektrum curah hujan harian sebesar 0,140.

Kata kunci : Amplitudo, nilai korelasi spektrum curah hujan harian,
nilai korelasi spektrum curah hujan kumulatif 10 harian, stasiun
curah hujan BMKG, satelit TRMM, DKI Jakarta

¹⁾Mahasiswa Pascasarjana Teknik Sipil Universitas Lampung

²⁾Staf Pengajar Pascasarjana Teknik Sipil Universitas Lampung

**COMPARISON OF DAILY RAINFALL SPECTRUM FROM BMKG
WITH TRMM (*TROPICAL RAINFALL MEASUREMENT MISSION*)
(CASE STUDY: DKI JAKARTA)**

Immanuel K Perangin Angin ¹⁾

Ahmad Zakaria ²⁾

Dyah Indriana K. ²⁾

Abstract

Comparing BMKG daily rainfall data with TRMM satellites has been carried out on several BMKG rainfall stations in the DKI Jakarta province. The BMKG rainfall stations observed were Kemayoran, Tanjung Priok and Halim Perdana Kusuma rainfall stations. Daily observed rainfall data was taken from 1998-2017.

The purpose of this study was to determine the level of correlation between BMKG daily rainfall data and TRMM satellites in DKI Jakarta province. By using the *spectral* method calculation . Where from these calculations using FFT (*Fast Fourier Transform*) software , the amplitude value was obtained at the BMKG rainfall station and the TRMM satellite. Then the data is compared and the correlation is observed.

From the calculation analysis results obtained correlation values between BMKG daily rainfall data with TRMM satellites at three BMKG rainfall stations in DKI Jakarta province are as follows : for Kemayoran station, the daily rainfall spectrum correlation value is 0.1017 while for the rainfall spectrum correlation values Daily rainfall at Tanjung Priok station obtained a value of 0.09 and for the Halim Perdana Kusuma rainfall station the correlation value of the daily rainfall spectrum was 0.008 . For the 10-day cumulative rainfall spectrum correlation value , for the Kemayoran station, the 10-day cumulative rainfall spectrum correlation value is 0.539, while for the daily rainfall spectrum correlation value at Tanjung Priok station, a value of 0.504 and Halim Perdana Kusuma rainfall station value correlation of daily rainfall spectrum of 0.140.

Keywords : Amplitude, correlation value of daily rainfall spectrum ,
10 daily cumulative rainfall spectrum correlation values, stations
BMKG rainfall, satellite TRMM, DKI Jakarta

¹⁾Civil Engineering Graduate Student , University of Lampung

²⁾Teaching Staff of Postgraduate Civil Engineering Lampung University

**PERBANDINGAN SPEKTRUM CURAH HUJAN HARIAN BMKG
DENGAN CURAH HUJAN HARIAN TRMM (*TROPICAL
RAINFALL MEASUREMENT MISSION*)
(STUDI KASUS : DKI JAKARTA)**

Oleh

Immanuel K. Perangin Angin

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER TEKNIK

pada

Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2020**

Judul Tesis

**: PERBANDINGAN SPEKTRUM CURAH
HUJAN HARIAN BMKG DENGAN CURAH
HUJAN HARIAN TRMM (*TROPICAL
RAINFALL MEASUREMENT MISSION*)
(STUDI KASUS : DKI JAKARTA)**

Nama Mahasiswa

: Imanuel K. Perangin Angin

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1525011018

Program Studi

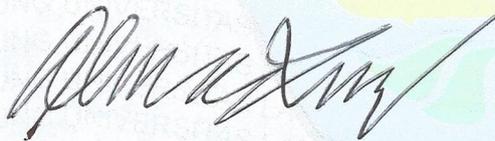
: Magister Teknik Sipil

Fakultas

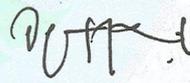
: Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

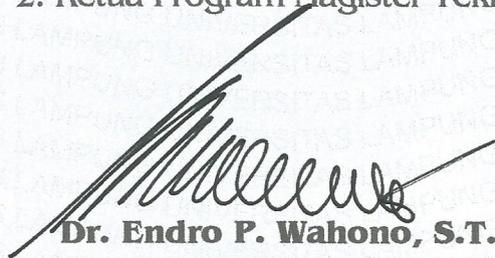


Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.
NIP 19670514 199303 1 002



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

2. Ketua Program Magister Teknik Sipil

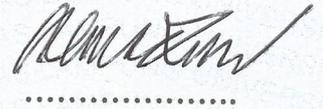


Dr. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc.
NIP 19700129 199512 1 001

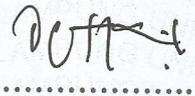
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

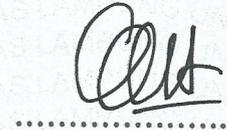
Ketua : **Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.**



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



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc.**



: **Dr. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Suharno, M.Sc.

NIP 19620717 198703 1 002

3. Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Ir. Wan Abbas Zakaria, M.S.

NIP 19610826 198702 1 001

Tanggal Lulus Ujian Tesis : **15 Juni 2020**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul “ Perbandingan Spektrum Curah Hujan Harian BMKG Dengan Curah Hujan Harian TRMM (*Tropical Rainfall Measurement Mission*) (Studi Kasus : DKI Jakarta)” 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, 30 Juni 2020
Pembuat Pernyataan



Immanuel K. Perangin Angin

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Immanuel K. Perangin-angin, lahir di Bandar Lampung, tanggal 10 Desember 1990, merupakan anak pertama dari pasangan Ir. G.G. Perangin-angin, M.T. dan Dra. R. Juwita br. Ginting. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Xaverius Way Halim, Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2002. Pendidikan tingkat pertama ditempuh di SLTP Xaverius Way Halim Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2005.

Kemudian melanjutkan pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 3 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2008. Penulis diterima menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2008. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif dalam Organisasi HIMATEKS (Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil) Universitas Lampung pada tahun 2010/2011. Penulis juga mengikuti organisasi di luar kampus dan pernah menjabat sebagai ketua diluar organisasi kampus yaitu PERMATA (Persadan Man Anak Gerejanta) GBKP Bandar Lampung di tahun 2011-2012. Penulis juga pernah menjabat sebagai bidang konsolidasi pada organisasi IMKA (Ikatan Mahasiswa Karo) Rudang Mayang Lampung di tahun 2010-2011. Pada tahun 2014 penulis menerima gelar Sarjana Teknik Universitas Lampung, dan pada tahun 2016 penulis diterima sebagai Mahasiswa Magister Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

MOTTO

“Takut akan Tuhan adalah permulaan pengetahuan, tetapi orang bodoh menghina hikmat dan didikan”

(Amsal 1:7)

“Jangan seorangpun menganggap engkau rendah karena engkau muda. Jadilah teladan bagi orang-orang percaya, dalam perkataanmu, dalam tingkah lakumu, dalam kasihmu, dalam kesetiaanmu dan dalam kesucianmu.”

(I Timotius 4:12)

“Kesakitan membuat anda berpikir, Pikiran membuat anda bijaksana,

Kebijaksanaan membuat kita

bisa bertahan dalam hidup ”

(John Patrick)

”Apa yang kau impikan saat ini takkan dapat terwujud hanya dalam sebuah pemikiran, lakukan apa yang kau impikan dan wujudkanlah, maka segala hasil

yang kau dapatkan takkan dapat diukur dalam sebatas nilai manusia ”

(nuel_065)

PERSEMBAHAN

Narasi-narasi yang terangkai dalam bentuk tesis ini penulis persembahkan

untuk:

Tuhan Yesus Kristus yang telah menuntun dan menyertai dalam setiap

langkah hidupku menuju jalan kebenaran yang hidup

Bapakku yang telah mengajarkan

bagaimana menjalani hidup dengan penuh tanggung jawab dan

kebijaksanaan bagi anak-anaknya

Mamaku tercinta yang telah mengajarkan dengan kesabaran dan kasih

sayang tentang ketekunan dan semangat berjuang yang selalu memberi

inspirasi dan motivasi bagi

anak-anaknya,

Dosen Pembimbing Pak Ahmad Zakaria dan Ibu Dya Indriana K, Dosen

Penguji Pak Gatot Eko Susilo dan Pak Endro P. Wahono terimakasih untuk

bimbingan dan sarannya sehingga saya dapat menyelesaikan tesis ini

Oktanina Sembiring dan Reandy Perangin Angin yang selalu memberi tawa

dan canda serta doa yang paling tulus dalam hidup penulis.

serta

Teman-teman yang terus memberi semangat untukku, terima kasih atas

semua dukungan dan kasih sayang yang telah diberikan.

SANWACANA

Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, berkat kasih dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis berjudul “Perbandingan Spektrum Curah Hujan Harian BMKG dengan Curah Hujan Harian TRMM (*Tropical Rainfall Measurement Mission*) (Studi Kasus : DKI Jakarta)”.

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Magister Teknik di Universitas Lampung, penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunannya, tesis ini jauh dari kesempurnaan. Dengan demikian, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun sebagai perbaikan pada tesis ini.

Pada penyusunan tesis ini penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak sejak proses perkuliahan sampai penulisan tesis ini selesai. Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Karomani, M.Si, selaku Rektor Universitas Lampung
2. Prof. Dr. Ir. Wan Abbas Zakaria, M.S., selaku Direktur Pasca Sarjana Universitas Lampung.
3. Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

4. Dr. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc., selaku ketua Program Magister Teknik Sipil Universitas Lampung dan juga Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan saran-saran untuk kesempurnaan tesis ini
5. Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I tesis ini yang telah meluangkan banyak waktu serta masukan yang bermanfaat kepada penulis.
6. Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II tesis ini yang telah meluangkan banyak waktu serta masukan yang bermanfaat kepada penulis dan selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil Universitas Lampung.
7. Dr. Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Penguji I yang telah memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian tesis ini.
8. Bapak dan Ibu Dosen Magister Teknik Sipil Universitas Lampung yang telah membekali penulis dengan ilmu, bimbingan, arahan, dan motivasi selama perkuliahan.
9. Staff administrasi dan karyawan Magister Teknik Sipil Universitas Lampung yang telah membantu dan melayani dalam kegiatan administrasi
10. Bapak tercinta Ir. G. Perangin Angin, M.T. dan Mamak tercinta Dra. Ratna Juwita br. Ginting yang telah melahirkan dan membesarkan anakmu ini dengan penuh kesabaran dan juga mendoakan serta memotivasi penulis untuk terus semangat dalam menyelesaikan tesis ini.
11. Adek Reandy Haganta Perangin Angin yang terus mendukung dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan tesisnya.

12. Oktanina Sembiring yang selalu setia mendukung, memotivasi dan mendoakan penulis untuk semangat dalam menyusun tesis ini

13. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Dari semuanya, penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulis dimasa yang akan datang. Akhir kata penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuan bagi khalayak ramai secara umum dan mahasiswa Magister Teknik Sipil pada khususnya

Bandar Lampung, 15 Juni 2020

Penulis,

Immanuel K. Perangin Angin

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
HALAMAN JUDUL	iii
H.ALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
RIWAYAT HIDUP	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
SANWACANA	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Masalah	4
E. Manfaat Penelitian	4

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Hujan	5
B. Curah Hujan	5
C. Proses Terjadinya Hujan	7
D. Stasiun Pengamat Curah Hujan	8
E. Alat Pengukur Hujan	8
1. Alat Pengukur Hujan Manual	8
2. Alat Pengukur Hujan Otomatis	9
F. Satelit TRMM (Tropical Raifall Measuring Mission).....	11
G. Model Satelit TRMM.....	14
H. Metode Spectral.....	16
I. Koefisien Korelasi.....	17
J Model Persamaan Regresi	19
K Pengenalan Software dalam Anlasis	20

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian	22
B. Data Yang Digunakan	22
C. Tahap Penelitian	23
D. Bagan Alir	25

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Curah Hujan yang Digunakan.....	26
B. Metode Perhitungan	26
C. Spektrum Curah Hujan Kumulatif 10 harian.....	36

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	43
B. Saran.....	44

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tingkatan Hujan Berdasarkan Intensitas.....	6
2. Rumus Persamaan Spektrum Harian dan Nilai R di Stasiun Curah Hujan Halim Perdana Kusuma	33
3. Rumus Persamaan Spektrum Harian dan Nilai R di Stasiun Curah Hujan Kemayoran	34
4. Rumus Persamaan Spektrum Harian dan Nilai R di Stasiun Curah Hujan Tanjung Priok	35
5. Rumus Persamaan Spektrum Kumulatif 10 Harian dan Nilai R di Tiga Stasiun Curah Hujan BMKG Provinsi DKI Jakarta	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Siklus Hidrologi	7
2. Penakar Hujan Observatorium (OBS).....	9
3. Penakar Hujan Jenis <i>Hellman</i>	10
4. Satelit TRMM (<i>Tropical Rainfall Measuring Mission</i>).....	12
5. Cover Data Yang Dihasilkan Oleh TRMM	13
6. Peta Lokasi Provinsi DKI Jakarta.....	22
7. Diagram Alir Penelitian.....	25
8. Grafik Korelasi Harian Spektrum TRMM dengan BMKG di Stasiun Halim Perdana Kusuma Tahun 1998.....	27
9. Grafik Persamaan Spektrum Harian TRMM dengan BMKG di Stasiun Halim Perdana Kusuma Tahun 1998.....	28
10. Grafik Korelasi Harian Spektrum TRMM dengan BMKG di Stasiun Kemayoran Tahun 1998.....	29
11. Grafik Persamaan Spektrum Harian TRMM dengan BMKG di Stasiun Kemayoran Tahun 1998.....	30
12. Grafik Korelasi Harian Spektrum TRMM dengan BMKG di Stasiun Tanjung Priok Tahun 1998.....	31
13. Grafik Persamaan Spektrum Harian TRMM dengan BMKG di Stasiun Tanjung Priok Tahun 1998	32
14. Grafik Korelasi Kumulatif 10 harian Spektrum TRMM dengan BMKG di Stasiun Halim Perdana Kusuma Tahun 1998-2017	36

15. Grafik Persamaan Kumulatif 10 Harian Spektrum TRMM dengan BMKG di Stasiun Halim Perdana Kusuma Tahun 1998-2017	37
16. Grafik Korelasi Kumulatif 10 harian Spektrum TRMM dengan BMKG di Stasiun Kemayoran Tahun 1998-2017	38
17. Grafik Persamaan Kumulatif 10 Harian Spektrum TRMM dengan BMKG di Stasiun Kemayoran Tahun 1998-2017	39
18. Grafik Korelasi Kumulatif 10 harian Spektrum TRMM dengan BMKG di Stasiun Tanjung Priok Tahun 1998-2017	40
19. Grafik Persamaan Kumulatif 10 Harian Spektrum TRMM dengan BMKG di Stasiun Tanjung Priok Tahun 1998-2017	41

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Curah hujan merupakan suatu unsur meteorologi yang sulit diprediksi dikarenakan setiap daerah memiliki kondisi geografis yang berbeda-beda. Salah satunya di negara Indonesia yang memiliki daerah kepulauan dengan letak geografis yang berbeda-beda di setiap daerahnya. Sehingga di setiap daerah-daerah yang terdapat di Indonesia memiliki keragaman intensitas curah hujan. Selain itu perbedaan curah hujan di daerah Indonesia dipengaruhi oleh anomali suhu permukaan laut di kawasan laut Indonesia, samudra hindia dan kawasan pasifik.

Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Dalam setiap tahunnya Indonesia selalu mengalami musim hujan dengan intensitas curah hujan yang tinggi.

Pola curah hujan di Indonesia umumnya dipengaruhi oleh monsun yang dicirikan dengan adanya perbedaan yang tegas antara musim kemarau dan musim penghujan. Secara keseluruhan pola hujan yang ada di wilayah Indonesia dibagi menjadi tiga pola yaitu pola monsun, pola equatorial dan pola lokal. Untuk mengamati curah hujan yang terjadi di Indonesia dilakukan dengan menggunakan alat pencatat curah hujan (*rain gauge*) baik secara manual maupun otomatis.

Namun dalam pengamatannya terhadap curah hujan yang terjadi di Indonesia masih ditemukan kendala dan permasalahan yang dihadapi baik berupa minimnya ketersediaan data curah hujan observasi baik secara spasial maupun temporal. Kendala permasalahan tersebut baik berupa data time series yang kurang panjang dan tidak lengkap, jumlah stasiun hujan yang kurang tersebar merata, kurangnya tenaga pengamat distasiun hujan, sistem pengamatan dan pemasukan data yang masih manual. Kendala tersebut menyebabkan data pengamatan hujan masih sulit diperoleh dengan cepat dan tepat. Terkait dengan kendala tersebut maka diperlukan metode alternatif guna mendapatkan ketersediaan dan tingkat keakurasian data curah hujan tersebut. Untuk itu metode alternatif yang digunakan yaitu dengan membandingkan data curah hujan harian yang ada pada stasiun curah hujan di permukaan dengan data curah hujan harian TRMM (*Tropical Rainfall Measurement Mission*) serta melihat korelasi kedua data curah hujan tersebut. Metode alternatif tersebut dengan mengamati spektrum curah hujan harian dari kedua data tersebut dengan menggunakan perhitungan metode spektral.

Lokasi pada penelitian ini diamati di daerah provinsi DKI Jakarta. Menurut situs resmi BMKG di daerah provinsi DKI Jakarta memiliki tiga stasiun curah hujan BMKG yang tersebar di daerah Tanjung Priok, Kemayoran dan Halim Perdana Kusuma. Dimana dari ketiga stasiun curah hujan tersebut masih dirasa belum mampu menjangkau daerah-daerah yang ada di provinsi DKI Jakarta untuk mendapatkan data curah hujan yang valid. Hal ini menjadi dasar dari penelitian ini dilakukan. Dari penelitian ini diharapkan dapat

memberikan metode untuk mendapatkan data curah hujan yang belum mampu dijangkau oleh stasiun curah hujan di daerah tersebut guna menjadi acuan dikemudian hari untuk perencanaan analisis hidrologi di daerah tersebut.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan :

1. Akurasi dan validasi data curah hujan dengan membandingkan spektrum curah hujan harian BMKG terhadap spektrum curah hujan harian TRMM di di daerah provinsi DKI Jakarta.
2. Mencari Korelasi harian dan kumulatif 10 harian spektrum curah hujan harian BMKG terhadap spektrum curah hujan harian TRMM di di daerah provinsi DKI Jakarta.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui korelasi spektrum curah hujan harian BMKG terhadap spektrum curah hujan harian TRMM didaerah provinsi DKI Jakarta.
2. Membuat hubungan korelasi spektrum curah hujan harian dari spektrum curah hujan harian BMKG dan curah hujan harian TRMM di daerah provinsi DKI Jakarta.
3. Membuat hubungan korelasi kumulatif 10 harian spektrum curah hujan harian BMKG dan curah hujan harian TRMM di daerah provinsi DKI Jakarta.

D. Batasan Masalah

Dalam membandingkan data curah hujan pada stasiun curah hujan BMKG di daerah provinsi DKI Jakarta dengan menggunakan data curah hujan TRMM memiliki batasan penelitian, batasan penelitian ini adalah :

1. Data yang dipergunakan dalam penelitian ini diambil dari 3 stasiun curah hujan yang dimiliki BMKG di daerah provinsi DKI Jakarta yaitu stasiun meteorologi Kemayoran , stasiun Halim Perdana Kusuma, stasiun meteorologi maritim Tanjung Priok.
2. Data TRMM yang digunakan diambil dari titik koordinat 3 stasiun curah hujan di daerah provinsi DKI Jakarta.
3. Data yang digunakan adalah data curah hujan harian dalam satu tahun , kumulatif 10 harian.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi mengenai korelasi data curah hujan BMKG dengan TRMM di daerah tersebut dengan mengamati spektrum kedua data curah hujan tersebut.
2. Penelitian ini dilakukan untuk melihat hubungan korelasi spektrum curah hujan BMKG terhadap spektrum TRMM di wilayah provinsi DKI Jakarta. Diharapkan dari hubungan korelasi kedua spektrum tersebut dapat membantu pendugaan curah hujan melalui data curah hujan TRMM yang belum bisa terjangkau oleh stasiun curah hujan BMKG di daerah tersebut, sehingga data tersebut dapat digunakan sebagai bagian untuk mendukung tujuan aplikasi lainnya seperti perencanaan hidrologi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Hujan

Hujan adalah sebuah peristiwa presipitasi (jatuhnya cairan dari atmosfer yang berwujud cair maupun beku ke permukaan bumi) berwujud cair. Hujan memerlukan keberadaan lapis atmosfer tebal agar dapat menemukan suhu diatas titik leleh es diatas permukaan bumi. Di bumi hujan adalah proses kondensasi (perubahan wujud benda ke wujud yang lebih padat) uap air di atmosfer menjadi butiran 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 pendinginan udara atau penambahan uap air ke udara. Butir hujan memiliki ukuran yang beragam mulai dari butiran besar hingga butiran kecilnya.

B. Curah Hujan

Curah hujan merupakan salah satu unsur cuaca yang datanya diperoleh dengan cara mengukurnya dengan menggunakan alat penakar hujan, sehingga dapat diketahui jumlahnya dalam satuan millimeter (mm). Curah hujan 1 mm adalah jumlah air hujan yang jatuh di permukaan per satuan luas (m^2) dengan catatan tidak ada yang menguap, meresap atau mengalir. Jadi, curah hujan sebesar 1 mm setara dengan 1 liter/ m^2 (Aldrian, E. dkk, 2011). Curah hujan dibatasi

sebagai tinggi air hujan yang diterima di permukaan sebelum mengalami aliran permukaan, evaporasi dan peresapan ke dalam tanah .

Berdasarkan ukuran butiran, hujan dapat dibedakan menjadi:

- a. Hujan gerimis / drizzle, dengan diameter butirannya kurang dari 0,5 mm.
- b. Hujan salju / snow, adalah kristal-kristal es yang temperatur udaranya berada dibawah titik beku ($0^{\circ}C$).
- c. Hujan batu es, curahan batu es yang turun didalam cuaca panas awan yang temperturnya dibawah titik beku ($0^{\circ}C$).
- d. Hujan deras / rain, dengan curah hujan yang turun dari awan dengan nilai temperatur diatas titik beku berdiameter butiran ± 7 mm.

Jenis-jenis hujan berdasarkan besarnya curah hujan menurut BMKG dibagi menjadi tiga, yaitu :

- a. Hujan sedang, 20 - 50 mm per hari.
- b. Hujan lebat, 50-100 mm per hari.
- c. Hujan sangat lebat, di atas 100 mm per hari.

Intensitas curah hujan merupakan ukuran jumlah hujan per satuan waktu tertentu selama hujan berlangsung. Hujan umumnya dibedakan menjadi 5 tingkatan sesuai intensitasnya seperti yang disajikan pada Tabel 1 berikut ini.

Tingkatan	Intensitas (mm/menit)
Sangat lemah	< 0.02
Lemah	0.02 – 0.05
Sedang	0.05 – 0.25
Deras	0.25 – 1
Sangat deras	>1

Sumber : Mori et. Al (1997)

Tabel 1. Tingkatan Hujan Berdasarkan Intensitasnya

C. Proses Terjadinya Hujan

Siklus hidrologi merupakan proses yang berlangsung secara terus menerus dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali lagi ke bumi. Proses ini diawali dengan menguapnya air di permukaan tanah dan laut ke udara. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (intersepsi) dan selebihnya sampai ke permukaan tanah. Sebagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan atau *surface runoff*) mengisi cekungan tanah, danau dan masuk ke sungai dan akhirnya mengalir ke laut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir secara vertikal di dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah (*ground water*) yang kemudian keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut (Triatmodjo, 2008). Gambar proses siklus hidrologi dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Siklus Hidrologi

D. Stasiun Pengamat Curah Hujan

Pengamatan curah hujan dilakukan dengan sebuah alat ukur curah hujan. Salah satu alat pengamat curah hujan adalah alat ukur biasa yang diletakkan di suatu tempat terbuka yang tidak dipengaruhi oleh bangunan atau pepohonan dengan ketelitian pembacaan 1/10 mm. Pengamatan ini dilaksanakan satu kali sehari dan dibaca sebagai curah hujan hari sebelumnya dengan waktu yang sama.

E. Alat Pengukur Hujan

Ada dua jenis alat pengukur hujan yaitu manual dan otomatis.

1. Alat Pengukur Hujan Manual

Alat ini lebih dikenal dengan nama penakar hujan *Obeservatorium* (OBS) atau penakar hujan manual, sedang dikalangan pertanian dan pengairan biasa disebut ombrometer. Sebuah alat yang digunakan untuk menakar atau mengukur hujan harian. Penakar hujan OBS ini merupakan jejaring alat ukur cuaca terbanyak di Indonesia. Penempatannya 1 PH OBS mewakili luasan area 50 km^2 atau sampai radius 5 km. Fungsinya yang vital terhadap deteksi awal musim (hujan/kemarau) menjadikannya sebagai barang yang dicari dan sangat diperlukan. Tujuan akhir pengukuran curah hujan adalah tinggi air yang tertampung bukan volumenya. Hujan yang turun jika diasumsikan menyebar merata, homogen dan menjatuhkan wadah (kaleng) dengan penampang yang berbeda akan memiliki tinggi yang sama dengan catatan faktor menguap, mengalir dan meresap tidak ada.



Gambar 2. Penakar Hujan Observatorium (OBS)

2. Alat Pengukur Hujan Otomatis

Penakar hujan jenis *Hellman* merupakan suatu alat untuk mengukur curah hujan. Penakar hujan jenis *Hellman* ini merupakan suatu alat penakar hujan berjenis recording atau dapat mencatat sendiri. Alat ini dipakai di stasiun-stasiun pengamatan udara permukaan. Pengamatan dengan menggunakan alat ini dilakukan setiap hari pada jam-jam tertentu meskipun cuaca dalam keadaan baik atau hari sedang cerah. Alat ini mencatat jumlah curah hujan yang terkumpul dalam bentuk garis vertikal yang tercatat pada kertas pias. Alat ini memerlukan perawatan yang cukup intensif untuk menghindari kerusakan-kerusakan yang sering terjadi pada alat ini.

Curah hujan merupakan salah satu parameter cuaca yang mana datanya sangat penting diperoleh untuk kepentingan BMKG dan masyarakat yang

memerlukan data curah hujan tersebut. Oleh karena itu kualitas data curah hujan yang didapat haruslah memiliki keakuratan yang tinggi. Maka seorang *observer* atau pengamat haruslah mengetahui tentang alat penakar hujan yang digunakan di stasiun pengamat secara baik. Salah satu alat penakar hujan yang sering dipakai ialah alat penakar hujan jenis *Hellman* (Bunganaen,2013).

Jika hujan turun, air hujan masuk melalui corong, kemudian terkumpul dalam tabung tempat pelampung. Air hujan ini menyebabkan pelampung serta tangkainya terangkat atau naik ke atas. Pada tangki pelampung terdapat tongkat pena yang gerakannya selalu mengikuti tangkai pelampung. Gerakan pena dicatat pada pias yang digulung pada silinder jam yang dapat berputar dengan bantuan tenaga per.



Gambar 3. Penakar Hujan Jenis *Hellman*

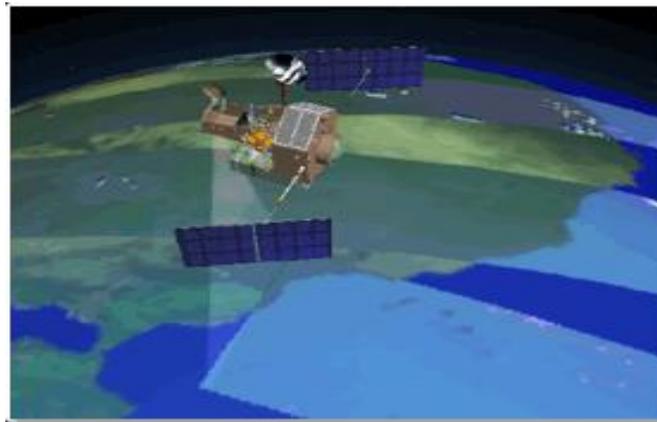
Jika air dalam tabung hampir penuh, pena akan mencapai tempat teratas pada pias. Setelah air mencapai atau melewati puncak lengkungan selang gelas, maka berdasarkan sistem siphon otomatis (sistem selang air), air

dalam tabung akan keluar sampai ketinggian ujung selang dalam tabung. Bersamaan dengan keluarnya air, tangki pelampung dan pena turun dan pencatatannya pada pias merupakan garis lurus vertikal. Jika hujan masih terus menerus turun, maka pelampung akan naik kembali seperti diatas. Dengan demikian jumlah curah hujan dapat dihitung atau ditentukan dengan menghitung garis vertikal.

F. Satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*)

TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) adalah proyek kerjasama antara badan antariksa Amerika Serikat (NASA: National Aeronautics and Space Administration) dan Jepang (NASDA: National Space Development Agency of Japan, sekarang berubah menjadi JAXA: Japan Aerospace Exploration Agency). Satelit ini diluncurkan pada November 1997 dan dirancang untuk memenuhi kebutuhan data curah hujan global, terutama di wilayah tropis. TRMM memiliki 3 (tiga) sensor utama, yaitu sensor PR (Precipitation Radar), TMI (TRMM Microwave Imager), dan VIRS (Visible and Infrared Scanner). Sensor PR memiliki frekuensi 13,8 GHz dan mampu mengukur distribusi presipitasi secara tiga dimensi pada wilayah daratan maupun lautan. Selain itu sensor ini juga mampu menentukan kedalaman lapisan presipitasi. Pada Sensor TMI, sensor ini bekerja pada 5 frekuensi yaitu 10,65; 19,35; 37,0; dan 85,5 GHz polarisasi ganda dan pada 22,235 GHz polarisasi tunggal. Dari sensor TMI ini dapat diekstraksi data *integrated column precipitation content*, air cair dalam awan (*cloud liquid water*), es dalam awan (*cloud ice*), intensitas hujan dan tipe hujan. Sensor VIRS

memiliki 5 kanal pada panjang gelombang 0,63; 1,6; 3,75, 10,8 dan 12 μm . Sensor ini digunakan untuk memantau liputan awan, jenis awan dan temperatur puncak awan. Resolusi spasial dari data yang dihasilkan oleh sensor VIRS ini adalah 2,2 km. Sensor lainnya yaitu LIS (Lightning Imaging Sensor) dan CERES (Cloud and Earth's Radiant Energy System). Satelit TRMM memiliki resolusi spasial yaitu $0,25^\circ \times 0,25^\circ$; $0,5^\circ \times 0,5^\circ$; $1,0^\circ \times 1,0^\circ$ dan $5,0^\circ \times 5,0^\circ$ dengan resolusi temporal dari tiap 3 jam-an (3-hourly) dan bulanan (monthly). Ketersediaan data ini dimulai dari rentang pengamatan pada Januari 1998 hingga sekarang. Sehingga data TRMM ini sangat baik digunakan untuk mengkaji pola curah hujan di suatu wilayah yang luas baik secara spasial maupun temporal.



Gambar 4. Satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*)

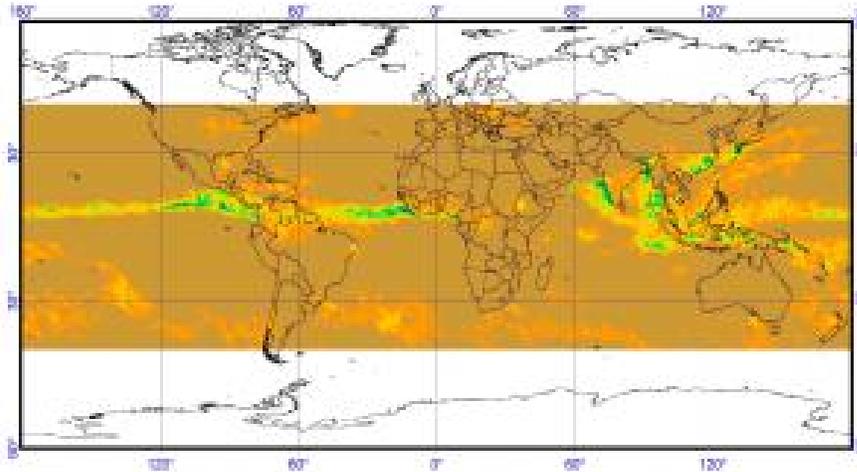
TRMM dirancang khusus untuk mengukur curah hujan di daerah tropis dan subtropis, serta memberikan informasi tentang ketinggian atmosfer dimana pemanasan dan pendinginan yang terkait dengan hujan sedang berlangsung. Sebagai satelit yang mengorbit bumi, TRMM memberikan laporan bulanan curah hujan total yang jatuh disuatu daerah.

Ada dua misi yang dimiliki oleh satelit TRMM yakni :

1. Untuk mengukur curah hujan dari antariksa, baik itu distribusi horizontalnya maupun profil vertikalnya.
2. Untuk mengukur curah hujan sepanjang wilayah tropis dimana merupakan wilayah yang hujannya paling banyak.

Adapun kareatersitik dari TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*)

1. Berorbit polar dengan inklinasi sebesar 35° terhadap ekuator
2. Ketinggian orbit 403 km
3. Resolusi Spasial Data Yang Dihasilkan Dari 0,25° X 0,25°; 0,5° X 0,5°; 1,0° X 1,0° Dan 5,0° X 5,0°4. Resolusi Temporal Data Yang Dihasilkan Dari Tiap 3 Jam-An Sampai Bulanan
4. Jangkauan Wilayah Pengamatan 50 Lu-50 Ls Dan 180 Bt-180 Bb



Gambar 5. Cover data yang dihasilkan oleh TRMM

G. Model Satelit TRMM

TRMM tidak hanya menyediakan data curah hujan tetapi yang lebih penting adalah informasi mengenai panas yang dilepaskan ke atmosfer sebagai bagian dari proses yang mengakibatkan hujan. Keseimbangan energi atmosfer global menunjukkan bahwa hanya sekitar seperempat dari energi yang dibutuhkan untuk mendorong sirkulasi atmosfer global berasal dari energi matahari langsung. Tiga perempat lainnya adalah energi yang ditransfer ke atmosfer oleh penguapan air, terutama dari laut. Energi matahari yang melewati atmosfer menuju permukaan laut sebagian besar diserap dan mengalami penguapan. Jumlah panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air (merubah air menjadi gas) disebut panas laten penguapan. Disebut laten karena tersembunyi jauh di molekul-molekul uap air.

Panas laten energi yang terkandung dalam awan tidak dapat dilihat atau diukur secara langsung. Namun curah hujan yang merupakan produk dari pelepasan panas laten ini dapat diukur. Sayangnya, masih terdapat ketidakpastian sebesar 50% pada jumlah curah hujan di wilayah tropis. Kecuali jika kita dapat menentukan jumlah curah hujan dan energi yang dilepaskan ketika hujan terjadi. Para ilmuwan mengukur panas laten terkait dengan proses kondensasi dan penguapan pada skala global dengan menggunakan satelit TRMM ini.

Perkiraan panas yang dilepaskan ke atmosfer pada ketinggian yang berbeda berdasarkan pada pengukuran ini dapat digunakan untuk meningkatkan model sirkulasi atmosfer global. Model ini yang kemudian akan memberikan nilai estimasi curah hujan pada satelit TRMM.

TRMM adalah sebuah alat yang mengukur radiasi yang diemisikan oleh zat cair atau yang dihamburkan oleh es di awan. Radiasi ini diterima sebagai sinyal-sinyal yang kemudian sinyal-sinyal ini dapat dikonversi menjadi jumlah curah hujan.

Para ilmuwan mengembangkan model atmosfer cuaca dan sistem iklim untuk mensimulasikan proses nyata yang mengendalikan cuaca dan sistem iklim. Model ini memberikan persamaan matematika yang mewakili hubungan apa-apa yang terjadi dalam sistem atmosfer. Kompleksitas model cuaca/iklim ini memerlukan penggunaan teknologi komputer super canggih.

Model cuaca/iklim yang digunakan saat ini menggabungkan karakteristik darat, laut, dan udara. Model ini disebut "coupled model" yang berguna bagi para ilmuwan untuk memahami proses iklim.

Agar model dapat menghasilkan sebuah perkiraan atau prediksi kondisi atmosfer di masa depan maka dibutuhkan data saat ini. Dengan kata lain, model akan tampil jauh lebih baik jika diberikan tidak hanya dari apa yang terjadi pada mulanya, tetapi apa yang terus terjadi dalam sistem cuaca/iklim yang terus berubah.

Instrumen utama satelit TRMM untuk mengukur curah hujan adalah sensor Presipitation Radar (PR), TRMM Microwave Imager (TMI), dan Visible Infrared Scanner (VIRS). Semua sensor tersebut dapat berfungsi sendiri-sendiri ataupun berkombinasi satu sama lain.

Masing-masing sensor tersebut mengumpulkan data sesuai dengan spesifikasi masing-masing. Data yang terkumpul kemudian diproses oleh satelit TRMM dengan menggunakan model persamaan yang dimilikinya. Seperti halnya suatu persamaan, semua variabel dan konstanta akan diproses sehingga menghasilkan suatu nilai tertentu. Nilai inilah yang menjadi nilai estimasi curah hujan satelit TRMM.

H. Metode Spectral

Metode *spectral* merupakan metode transformasi yang dipresentasikan sebagai *Fourier Transform* sebagai berikut (Zakaria, 2003; Zakaria, 2008),

$$P(f_m) = \frac{\Delta}{2\sqrt{\pi}} \sum_{n=-\frac{N}{2}}^{+\frac{N}{2}} p(t_n) \cdot e^{\frac{-2\pi i}{M} \cdot m \cdot n} \dots\dots\dots(1)$$

Dari Persaman (3) dapat dijelaskan, dimana $p(t_n)$ merupakan data debit dalam seri waktu (*time domain*) dan $P(f_m)$ merupakan data debit dalam seri frekuensi (*domain frequency*). t_n merupakan waktu seri yang menunjukkan jumlah data sampai ke N . f_m merupakan debit dalam seri frekuensi (*domain frequency*).

Awal berkembangnya metode ini kurang begitu diminati karena untuk transformasi dibutuhkan waktu yang cukup lama, sehingga metode ini dirasa kurang efektif. Setelah beberapa tahun penelitian berkembang ke arah efisiensi perhitungan transformasi untuk mendapatkan metode perhitungan transformasi yang lebih cepat.

Penggunaan *Fourier Transform* menjadi lebih luas setelah diketemukannya metode perhitungan transformasi yang lebih cepat, yang dinamakan FFT (*Fast*

Fourier Transform) seperti yang dikembangkan oleh Cooley (1965). Program yang digunakan untuk analisis ini dikembangkan berdasarkan metode tersebut di atas.

Berdasarkan teori di atas dikembangkan metode perhitungan analisis frekuensi dengan nama FTRANS yang dikembangkan oleh Zakaria (2005a). Untuk Peramalan dengan menggunakan metode analisis *Fourier dan Least Squares*, dikembangkan suatu metode perhitungan untuk peramalan dengan nama ANFOR, dikembangkan oleh Zakaria (2005b).

I. Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi merupakan ukuran yang dipakai untuk menyatakan seberapa kuat hubungan variabel-variabel (terutama data kauntitatif). Apabila data hasil pengamatan atau pengukuran terdiri dari banyak variabel, maka dalam melakukan analisis lanjutan perlu mengadakan pemilihan tentang variabel-variabel mana saja yang kuat hubungannya. Besaran koefisien korelasi didefinisikan sebagai :

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- r = koefisien korelasi yang dicari
- $\sum x$ = Jumlah perkalian antara variabel x dan y
- $\sum x^2$ = Jumlah dari kuadrat nilai x
- $\sum y^2$ = Jumlah dari kuadrat nilai y
- $(\sum x)^2$ = Jumlah nilai x kemudian dikuadratkan
- $(\sum y)^2$ = Jumlah nilai y kemudian dikuadratkan
- n = jumlah responden

Batasan koefisien korelasi :

$$-1 \leq r \leq 1 \dots\dots\dots(3)$$

Untuk mempermudah dalam melakukan interpretasi mengenai koefisien korelasi dibuatlah kriteria sebagai berikut :

- a. Jika r semakin mendekati 1, maka kedua variabel dikatakan memiliki hubungan erat secara positif artinya semakin besar nilai variabel pertama dari suatu objek, semakin besar pula nilai variabel kedua pada objek yang sama
- b. Jika r mendekati -1 , maka kedua variabel berkaitan erat secara negatif, artinya semakin besar nilai variabel pertama dari suatu objek, diharapkan semakin kecil nilai variabel kedua pada objek yang sama.
- c. 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 nilai variabel kedua.
- d. Jika $r = 0$ berarti tidak ada korelasi antara dua variabel
- e. ($>0-0,25$) : Korelasi sangat lemah
- f. ($>0,25-0,5$) : Korelasi cukup
- g. ($>0,5-0,75$) : Korelasi kuat
- h. ($>0,75-0,99$): Korelasi sangat kuat
- i. (1) : korelasi sempurna

J. Model Persamaan Regresi

Model Persamaan regresi digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel dan dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi, misalnya $Y = f(X)$ untuk persamaan sederhana regresi linier sebagai berikut :

$$Y_i = a + bX_i + \epsilon_i \dots\dots\dots (4)$$

Dimana a dan b merupakan parameter-parameter yang harus diestimasi, a menunjukkan intersep, Y populasi sedangkan b menunjukkan koefisien kemiringan populasi. Pada umumnya model regresi terdiri dari suatu himpunan asumsi-asumsi tentang distribusi galat (error) ϵ_i dan hubungan antara X dan Y.

X merupakan variabel bebas (*independent variabel*) dengan nilai harapan (*expected value*) sama dengan nol dan ragam untuk semua nilai X. Selain itu, X dianggap konstan dari contoh ke contoh dan Y merupakan fungsi linier Xi.

Selain persamaan regresi linier, model regresi juga dapat berbentuk non linier. Beberapa pola persamaan regresi dengan satu variabel bebas yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi adalah sebagai berikut:

1. Model eksponensial ; $Y = a \cdot b^x \dots\dots\dots (5)$

2. Model geometrik; $Y = a (x)^b \dots\dots\dots (6)$

3. Model hiperbola; $Y = 1/(a+bX)$ atau $Y=a+b/X \dots\dots\dots (7)$

4. Model parabola; $Y = a + bX + cX^2 \dots\dots\dots (8)$

dengan a dan b adalah parameter – parameter yang harus dihitung

K. Pengenalan Software dalam Analisis

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa software untuk menghitung dan menganalisis korelasi dan mengetahui persamaan linier dari nilai spektrum curah hujan BMKG terhadap curah hujan satelit TRMM. Adapun software yang digunakan yaitu:

1. Ghostscript

Ghostscript adalah paket software (*package of software*) yang menyediakan:

- a. penerjemah untuk bahasa *PostScript* (*Postscript language*) dengan kemampuan mengkonveksi data-data berbahasa postscript ke banyak format, menampilkannya pada display komputer dan atau mencetaknya pada printer yang tidak memiliki kemampuan membaca bahasa postscript.
- b. penerjemah untuk file *Portable Document Format* (PDF) dengan kemampuan yang sama.
- c. Kemampuan untuk konversi data-data berbahasa postscript (*postscript language files*) menjadi PDF (dengan beberapa batasan) dan sebaliknya. Sebuah set dari prosedur-prosedur C (*the Ghostscript library*) yang mengimplementasikan kemampuan grafik dan *filtering* yang kemudian ditampilkan sebagai operasi-operasi dalam *postscript language* dan dalam PDF.

2. Gsview

Gsview adalah aplikasi untuk menampilkan gambar yang telah diproses oleh *ghostscript*.

3. Notepad

Notepad adalah sebuah aplikasi sebuah texteditor sederhana yang sudah ada sejak windows 1.0 di tahun 1985 yang ada disetiap system windows baik xp, vista, seven, dan sebagainya. Tentu kode ini sangat penting dan justru mungkin paling sering digunakan oleh para pengguna Output dari program ini adalah .txt.

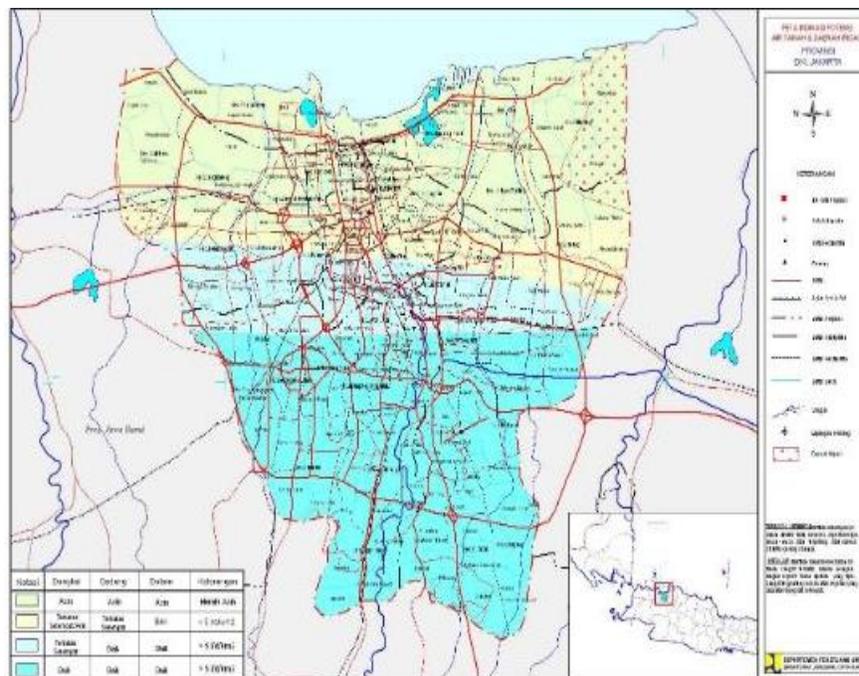
4. FTRANS

FTRANS merupakan program yang dapat digunakan untuk mengolah data time series (*time domain*) menjadi data dalam bentuk frekuensi (*frequency domain*). Program FTRANS dapat dijalankan baik dioperating system windows maupun operating system linux, karena program ini merupakan program under DOS. Program FTRANS menggunakan algoritma (Cooley dan Tukey, 1965) dimana jumlah data atau N dianalisis sebagai pangkat dari 2 contohnya $N = 2^k$. Jumlah data yang dapat dibaca oleh FTRANS mengikuti algoritma diatas. Untuk data satu tahun (365 hari), oleh FTRANS hanya akan dibaca 256 hari. FTRANS hanya akan membaca file dengan nama signals.inp. jika disimpan dengan nama file yang lain walaupun dengan format yang sama (.inp), FTRANS tidak dapat mengolah data yang ada. FTRANS akan menghasilkan 3 output yaitu FOURIER.INP, yang berisis data-data yang akan digunakan untuk melakukan pengolahan model periodik. SPECTRUM.OUT, yang berisi nilai frekuensi dari data curah hujan dan spectrum.eps yang digunakan untuk melihat grafik frekuensi dari data.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah beberapa stasiun pengamat curah hujan BMKG di DKI Jakarta. Stasiun curah hujan yang diteliti yaitu stasiun meteorologi Kemayoran, stasiun Halim Perdana Kusuma dan stasiun Meteorologi Tanjung Priok.



Gambar 6. Peta Lokasi Provinsi DKI Jakarta

B. Data Yang Digunakan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan harian yang didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika (BMKG) provinsi DKI

Jakarta dan data curah hujan satelit TRMM dengan titik kordinat sesuai dengan lokasi stasiun curah hujan BMKG di provinsi DKI jakarta .

C. Tahapan Penelitian

1. Tahapan Pengumpulan Data Curah Hujan.

Tahapan pengumpulan data curah hujan ini merupakan langka awal untuk memulai penelitian adapun kegiatan yang dilakukan pada tahap ini ialah pengumpulan data berupa :

- a) Data curah hujan dari tahun 1998-2017 pada stasiun penangkar hujan BMKG provinsi DKI Jakarta.
- b) Data curah hujan TRMM dari tahun 1998-2017 diambil pada titik koordinat stasiun penangkar hujan BMKG di lokasi provinsi DKI Jakarta.

2. Tahap analisis metode spektral untuk mendapatkan spektrum curah hujan Harian dan Kumulatif 10 harian dari data curah hujan observasi BMKG dengan data curah hujan satelit TRMM di daerah provinsi DKI Jakarta.

Dari data curah hujan harian observasi BMKG dengan data curah hujan satelit TRMM didaerah provinsi DKI Jakarta dilakukan perhitungan analisis metode spektral untuk mendapatkan nilai spektrum dari kedua data curah hujan tersebut dengan menggunakan software FTRANS.

3. Tahap analisis hubungan korelasi spektrum curah hujan observasi dengan spektrum curah hujan satelit TRMM di daerah provinsi DKI Jakarta.

Dari nilai spektrum curah hujan harian dan spektrum kumulatif 10 harian yang didapatkan kemudian dihitunglah nilai korelasi pada kedua data tersebut. Untuk mendapatkan nilai korelasi spektrum hujan observasi dari stasiun curah hujan di provinsi DKI Jakarta terhadap spektrum curah hujan TRMM digunakan persamaan nilai korelasi sebagai berikut :

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}} \dots\dots\dots(9)$$

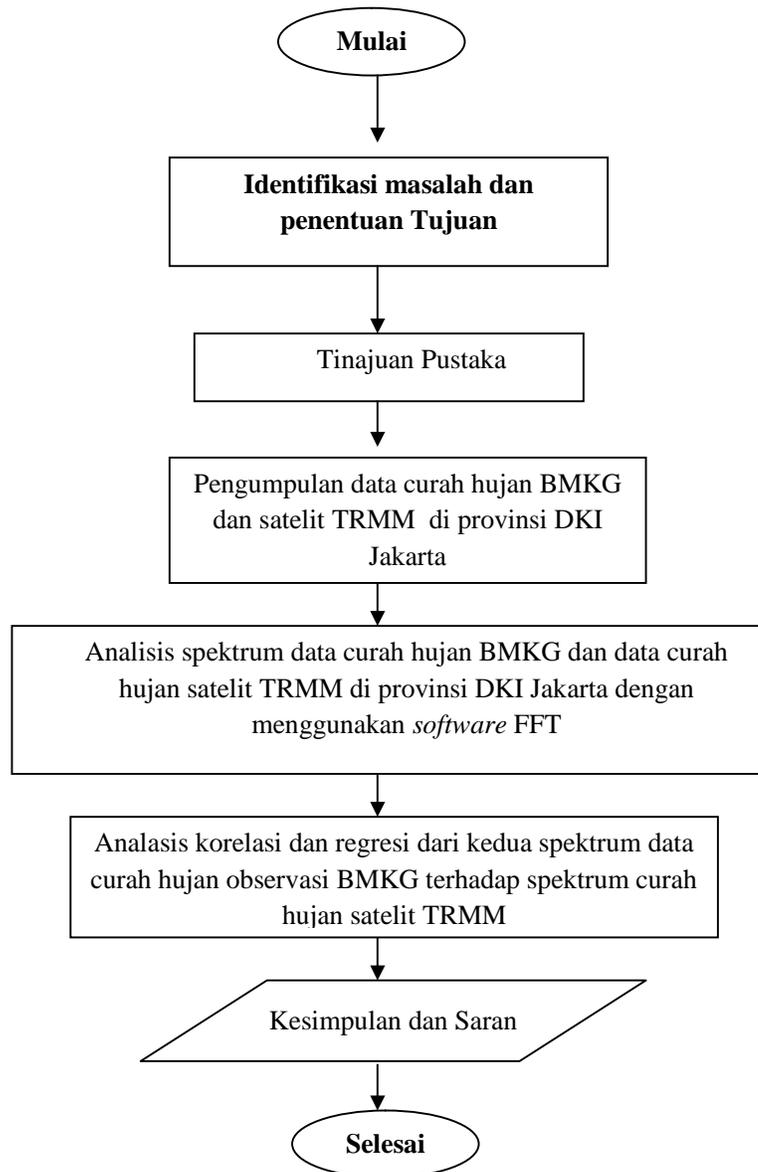
4. Tahap mencari fungsi persamaan spektrum curah hujan observasi BMKG dengan spektrum curah hujan satelit TRMM di daerah provinsi DKI Jakarta dengan menggunakan analisis regresi.

Dari analisis korelasi data curah hujan BMKG terhadap data curah hujan TRMM, kemudian dicari fungsi persamaan kedua data curah hujan tersebut dengan menggunakan analisis regresi.

$$Y_i = a + bX_i \dots\dots\dots(10)$$

D. Bagan Alir Penelitian

Untuk menyederhanakan kegiatan penelitian, maka dibuatlah bagan alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Simpulan yang diperoleh dari hasil penelitian terhadap perbandingan data curah hujan harian dari BMKG dengan data curah hujan TRMM (*Tropical Rainfall Measurement Mission*) adalah sebagai berikut :

1. Dari hasil pembahasan untuk perhitungan spektrum curah hujan harian nilai korelasi yang didapat di tiga stasiun curah hujan di provinsi DKI Jakarta nilai korelasinya sangat lemah. Untuk stasiun curah hujan Halim Perdana Kusuma nilai $R^2= 0,008222$, nilai korelasi di stasiun Kemayoran yaitu $R^2= 0,10175$, nilai korelasi di stasiun Tanjung Priok yaitu $R^2= 0,09$.
2. Dari hasil pembahasan untuk perhitungan spektrum curah hujan kumulatif 10 harian nilai korelasi yang didapat di tiga stasiun curah hujan di provinsi DKI Jakarta adalah sebagai berikut: untuk stasiun curah hujan Halim Perdana Kusuma nilai $R^2= 0,140$, nilai korelasi di stasiun Kemayoran yaitu $R^2= 0,539$, nilai korelasi di stasiun Tanjung Priok yaitu $R^2= 0,504$
3. Dari ketiga stasiun tersebut korelasi yang paling tinggi baik spektrum curah hujan harian maupun spektrum curah hujan kumulatif 10 harian yaitu stasiun curah hujan Kemayoran dengan nilai $R^2= 0,10175$ untuk spektrum curah hujan harian rata-rata dan nilai $R^2= 0,539$ untuk spektrum curah hujan kumulatif 10 harian.

4. Dari ketiga stasiun tersebut korelasi yang paling rendah baik spektrum curah hujan harian maupun spektrum curah hujan kumulatif 10 harian yaitu stasiun curah hujan Halim Perdana Kusuma dengan nilai $R^2=0,008222$ untuk spektrum curah hujan harian rata-rata dan nilai $R^2=0,140$ untuk spektrum curah hujan kumulatif 10 harian.
5. Dari nilai korelasi yang didapat nilai korelasi kumulatif 10 harian lebih baik daripada nilai korelasi harian spektrum curah hujan BMKG dengan TRMM. Hal ini dapat dilihat dari nilai R^2 yang mendekati 1 adalah nilai korelasi spektrum kumulatif 10 harian. Dan dari hasil nilai korelasi tersebut menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara spektrum curah hujan BMKG dengan spektrum curah hujan TRMM. Sehingga dari nilai korelasi tersebut rumus persamaan yang didapat dapat digunakan untuk menghitung amplitudo yang ada distasiun lain maupun yang tidak tercakup dalam stasiun BMKG di daerah provinsi DKI Jakarta.

B. Saran

1. Perlu adanya metode lain selain FFT yang dapat digunakan untuk mencari nilai korelasi dan akurasi yang ada pada stasiun curah hujan BMKG dengan TRMM di daerah provinsi DKI Jakarta agar korelasi tersebut lebih valid dan akurat
2. Perlu dilakukannya kalibrasi alat dan koreksi pencatatan data curah hujan di stasiun BMKG yang ada diprovinsi DKI Jakarta dikarenakan banyaknya data yang hilang dan acak sehingga menyulitkan pengguna data dalam menggunakan data tersebut untuk penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E. dkk. 2011. *Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia*. Jakarta: Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara Kedeputia Badan Kimatologi, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisiska.
- Bhakar, S.R., Singh, Raj Vir, Chhajed, Neeraj, and Bansal, Anil Kumar. 2006. "Stochastic modeling of monthly rainfall at kota region", *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 1, no. 3, pp. 36 – 44.
- Bunganaen, W. 2013. *Perubahan Kondisi Tata Guna Lahan terhadap Volume Sedimentasi pada Embung Bimoku di Lasiana Kota Kupang*. Jurusan Teknik Sipil FST Undana.
- Cooley, James W. Tukey, John W. 1965. "An Algorithm for the machine calculation of Complex Fourier Series", *Mathematics of Computation*, pp. 199-215
- Huffman, G.J and D.T Bolvin. 2012. *TRMM and Other Data Precipitation Data Set Documentation. Mesoscale Atmospheric Processes Laboratory, NASA Goddard Space Flight Center and Science Systems And Applications, Inc*
- Kottogoda, N. T. 1980. *Stochastic Water Resources Technology*. The Macmillan Press Ltd., London, p. 384.
- Lomb, N. R. 1976. "Least Squares Frequency analysis of Unequally Spaced Data", *Astrophysics and Space Science*, vol. 39, pp. 447 – 462.
- Mori et. al, 1997 *Development of large static var generator using self comutated inverters for improving power system stability. IEEE Trans Power Delivery* Vol 18, No. 1.
- Rizalihadi, M. 2002. "The generation of synthetic sequences of monthly rainfall using autoregressive model", *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syah Kuala*, vol. 1, no. 2, pp. 64-68
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi terapan, Betta offset, Yogyakarta*.
- Zakaria, Ahmad. 1998. *Preliminary study of tidal prediction using Least Squares Method*, Thesis (Master), Bandung Institute of Technology, Bandung, Indonesia
- Zakaria, Ahmad. 2003. *Numerical modelling of wave propagation using higher order finite-difference formulas*, Thesis (Ph.D.), Curtin University of Technology, Perth, W.A., Australia
- Zakaria, Ahmad. 2008. "The generation of synthetic sequences of monthly cumulative rainfall using FFT and least squares method", *Prosiding Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian kepada masyarakat Universitas Lampung*, vol. 1, pp. 1 – 15.
- Zakaria, Ahmad. 2010a. "A study periodic modeling of daily rainfall at Purajaya region", in Proc. Seminar Nasional Sain & Teknologi III, 18-19 October 2010, Lampung University, vol. 3, pp. 1 – 15.
- Zakaria, Ahmad. 2010b. "Studi pemodelan stokastik curah hujan harian dari data curah hujan stasiun Purajaya", in Proc. Seminar Nasional Sain Mipa dan Aplikasinya, 8-9 December 2010, Lampung University, vol. 2, pp. 145 – 155.

- Zakaria, Ahmad. 2011a. "A study modeling of 15 days cumulative rainfall at Purajaya Region, Bandar Lampung, Indonesia", *International Journal of Geology*, vol. 5, no. 4, pp. 101 – 107.
- Zakaria, Ahmad. 2011b. "Stochastic Characteristics of Daily Rainfall at Purajaya Region", *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 6, no. 6, pp. 23 – 30.
- Zakaria, Ahmad. 2011c. "A study of periodic and stochastic modeling of monthly rainfall from Purajaya station", *Asian Transactions on Engineering*, vol. 1, no. 3, pp. 1–7.