



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**POLA CURAH HUJAN DI PULAU JAWA PADA  
PERIODE NORMAL, EL NINO DAN LA NINA**

**SKRIPSI**

**RENDY PRATAMA  
0706265762**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
DEPARTEMEN GEOGRAFI  
DEPOK  
2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**POLA CURAH HUJAN DI PULAU JAWA  
PADA PERIODE NORMAL, EL NINO DAN LA NINA**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana**

**RENDY PRATAMA  
0706265762**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
DEPARTEMEN GEOGRAFI  
DEPOK  
2011**

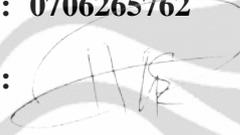
ii

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Rendy Pratama**

**NPM : 0706265762**

**Tanda Tangan : **

**Tanggal : 15 Juni 2011**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Rendy Pratama  
NPM : 0706265762  
Program Studi : Geografi  
Judul Skripsi : Pola Curah Hujan di Pulau Jawa  
Pada Periode Normal, El Nino dan La Nina

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia**

### DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang : Dr. Ir. Tarsoen Waryono, MS (.....)

Pembimbing 1 : Dr. Rokhmatuloh S.Si., M.Eng (.....)

Pembimbing 2 : Drs. Sobirin, M.Si (.....)

Penguji 1 : Drs. Hari Kartono, MS (.....)

Penguji 2 : Drs. Djamang Ludiro, M.Si (.....)

Ditetapkandi : Depok

Tanggal : 15 Juni 2011

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya serta nikmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Departemen Geografi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Dr. Rokhmatuloh M.Eng selaku pembimbing I dan Drs. Sobirin M.Si selaku pembimbing II yang membimbing penulis dalam menyusun skripsi ini serta memberikan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini serta dengan sabar menantikan revisi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Drs. Hari Kartono MS selaku penguji I dan Drs. Djamang Ludiro M.Si selaku penguji II yang telah memberikan banyak masukan selama proses pembuatan skripsi ini.
3. Dr. Ir. Tarsoen Waryono, MS selaku Ketua Sidang yang telah memberikan masukan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Para dosen dan seluruh jajaran staf Departemen Geografi UI yang telah memberikan sumbangsih ilmu kepada penulis selama perkuliahan.
5. Drs. Budi Suhardi DEA selaku pembimbing dari BMKG terima kasih atas bantuannya yang telah memberikan waktu, tenaga, perolehan data dan dukungan dalam pembuatan skripsi ini.
6. Kedua orang tuaku, Papa dan Mama, yang selalu memberikan dukungan baik moral, doa dan finansial, kepada adik-adikku (Liza, Bobi, Dea dan Deo) yang juga selalu memberikan semangat. Berkat kalian semua penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
7. Hiromi, issho ni ganbarou!

8. Kepada teman-teman Geografi '07 yang tidak bisa disebutkan namanya satu per satu, terima kasih banyak atas doa, dukungan dan semangatnya, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan kalian.
9. Kepada Andersen L.P. terima kasih atas bantuannya dalam pembuatan skrip pemograman untuk pengolahan data citra.
10. Serta orang-orang yang selalu memberikan dukungan, perhatian, kebaikan dan doanya tanpa penulis ketahui, semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian dengan berlipat ganda. Amin.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, Juni 2011

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rendy Pratama  
NPM : 0706265762  
Departemen : Geografi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Pola Curah Hujan di Pulau Jawa  
Pada Periode Normal, El Nino Dan La Nina**

beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 15 Juni 2011

Yang menyatakan

  
(Rendy Pratama)

## ABSTRAK

Nama : Rendy Pratama  
Program Studi : Geografi  
Judul : Pola Curah Hujan Di Pulau Jawa Pada Periode Normal, El Nino dan La Nina

Aplikasi penginderaan jauh dalam bidang meteorologi dan klimatologi sangat membantu terutama dalam memperoleh informasi perkiraan curah hujan pada suatu wilayah, karena cakupan wilayahnya yang luas. Penelitian ini mengkaji mengenai pola curah hujan yang terjadi di Pulau Jawa selama periode normal, El Nino dan La Nina pada bulan Desember, Januari dan Februari menggunakan data curah hujan dari citra satelit MTSAT dengan menginterpretasi dari suhu puncak awan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola curah hujan yang terjadi menunjukkan pola yang berbeda dimana pada periode normal curah hujan yang tinggi tersebar pada ketinggian 100 – 1000 m, pada periode El Nino curah hujan yang tinggi tersebar pada ketinggian 100 hingga diatas 1000 m dan pada periode La Nina curah hujan yang tinggi tersebar pada ketinggian 0 – 500 m. Namun, pola curah hujan tersebut menunjukkan lebih terkonsentrasi di bagian utara Jawa terutama Jawa bagian tengah.

Kata kunci:

Suhu puncak awan, estimasi curah hujan, El Nino dan La Nina

## ABSTRACT

Name : Rendy Pratama  
Study Program : Geography  
Title : Rainfall Pattern in Java Island on The Normal, El Nino and La Nina Periods

Remote sensing application in study of meteorology and climatology is very helpful, particularly in acquisition of rainfall information in an area, because of its wide coverage area. This research is about rainfall pattern in Java Island on the normal, El Nino and La Nina periods for Desember, January and February using rainfall data from MTSAT-1R satellite that interpreted from cloud top temperature. The result showed that rainfall patterns that happened had different pattern where on the period of normal the highest of rainfall can be found at elevation of 100 – 1000 m; on the periode of El Nino, the highest of rainfall can be found at elevation of 100 until > 1000 m; and on the period of La Nina, the highest of rainfall can be found at elevation of 0 – 500 m. However, the rainfall patterns showed that the highest of rainfalls can be found in the northern of Java, especially in the northern of central Java.

Keywords:

Cloud top temperature, rainfall estimation, El Nino and La Nina

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PRAKATA.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH .....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR RUMUS .....	iv
DAFTAR PETA.....	iv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Masalah Penelitian.....	2
1.3. Batasan.....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Dinamika Atmosfer.....	4
2.1.1. Dinamika Cuaca dan Iklim Global.....	4
2.1.2. Dinamika Cuaca dan Iklim Lokal .....	4
2.2. Jenis dan Pembentuk Awan .....	7
2.2.1. Jenis Awan .....	7
2.3. Curah Hujan .....	10
2.3.1. Faktor yang Mempengaruhi Curah Hujan Di Indonesia .....	10
2.3.2. Curah Hujan Di Indonesia.....	12
2.3.2.1. Distribusi Spasial dan Temporal .....	12
2.3.2.2. Curah Hujan dan ENSO .....	13
2.4. Aplikasi Penginderaan Jauh Dalam Meteorologi/Klimatologi.....	18
2.5. Pengukuran Curah Hujan.....	18

2.6. Satelit MTSAT.....	19
2.7. Metode Estimasi Curah Hujan dari Satelit.....	21
2.7.1. Metode <i>Cloud-Indexing</i> .....	21
2.7.2. Metode <i>Look Up Table</i> .....	22
2.8. Penelitian Terdahulu .....	22
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>
3.1. Pengumpulan Data.....	26
3.2. Pengolahan Data .....	27
3.2.1. Peta Rupa Bumi .....	27
3.2.2. Data Citra .....	27
3.3. Analisis Data.....	30
<b>BAB 4. GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN.....</b>	<b>31</b>
4.1. Letak Daerah Penelitian.....	31
4.2. Karakteristik Fisik Daerah Penelitian .....	31
4.2.1. Wilayah Ketinggian Pulau Jawa .....	31
4.2.2. Fisiografi Pulau Jawa .....	32
4.2.3. Gerakan Angin dan DKAT .....	33
<b>BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
5.1. Pola Curah Hujan Bulan Desember .....	36
5.2. Pola Curah Hujan Bulan Januari .....	38
5.3. Pola Curah Hujan Bulan Februari.....	40
5.4. Pola Curah Hujan Pada Tiap Periode.....	42
5.5. Akurasi Curah Hujan Lapangan Dengan Satelit.....	45
<b>BAB 6. KESIMPULAN .....</b>	<b>54</b>
DAFTAR PUSTAKA .....	55
LAMPIRAN.....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Angin laut .....	5
Gambar 2.2	Angin darat .....	5
Gambar 2.3	Angin lembah.....	6
Gambar 2.4	Angin gunung .....	6
Gambar 2.5	Proses perkembangan awan.....	7
Gambar 2.6	Jenis-jenis awan berdasarkan ketinggian.....	9
Gambar 2.7	Letak dan posisi DKAT menurut Schmidt ten Hopen-Schmidt.....	11
Gambar 2.8	Wilayah iklim Indonesia.....	12
Gambar 2.9	Kondisi permukaan laut dan curah hujan periode normal dan ENSO .....	14
Gambar 2.10	Persentase anomali curah hujan selama periode El Nino .	16
Gambar 2.11	Persentase anomali curah hujan selama periode La Nina.	17
Gambar 2.12	Cakupan wilayah satelit geostasioner.....	20
Gambar 3.1	Alur Pikir Penelitian .....	25
Gambar 3.2	Contoh hasil keluaran citra MTSAT.....	26
Gambar 3.3	Proses pengolahan data citra.....	30
Gambar 4	Wilayah fisiografi Pulau Jawa .....	33
Gambar 5.1	Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Januari 2006.....	46
Gambar 5.2	Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Januari 2008.....	48
Gambar 5.3	Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Desember 2009 .....	49
Gambar 5.4	Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Januari 2010.....	51
Gambar 5.5	Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Februari 2010.....	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2	Karakteristik Satelit MTSAT-1R.....	20
Tabel 3.1	Jumlah Citra Yang Digunakan.....	26
Tabel 3.2	Nilai Kalibrasi suhu puncak awan MTSAT-1R.....	28
Tabel 4	Persentase luas wilayah ketinggian P. Jawa .....	32
Tabel 5.1.a	Curah hujan tertinggi pada bulan Desember .....	37
Tabel 5.1.b	Curah hujan terendah pada bulan Desember .....	37
Tabel 5.2.a	Curah hujan tertinggi pada bulan Januari .....	39
Tabel 5.2.b	Curah hujan terendah pada bulan Januari.....	39
Tabel 5.3.a	Curah hujan tertinggi pada bulan Februari .....	41
Tabel 5.3.b	Curah hujan terendah pada bulan Februari.....	41
Tabel 5.4.a	Rata-rata curah hujan tertinggi .....	43
Tabel 5.4.b	Rata-rata curah hujan terendah .....	44
Tabel 5.5	Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Januari 2006.....	46
Tabel 5.6	Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Januari 2008.....	47
Tabel 5.7	Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Desember 2009 .....	49
Tabel 5.8	Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Januari 2010.....	50
Tabel 5.9	Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Februari 2010.....	52

## DAFTAR RUMUS

Rumus 2	Metode GPI.....	22
Rumus 3.1	Pemisahan awan tinggi .....	28
Rumus 3.2	Metode GPI.....	29
Rumus 3.3	Akumulasi curah hujan bulanan .....	29
Rumus 3.4	Akumulasi curah hujan musiman .....	29

## DAFTAR PETA

Peta 1	Daerah Penelitian Pulau Jawa
Peta 2	Wilayah Ketinggian Jawa
Peta 3	Pola Curah Hujan Periode Normal
Peta 4	Pola Curah Hujan Periode La Nina
Peta 5	Pola Curah Hujan Periode El Nino
Peta 6	Pola Curah Hujan di Pulau Jawa

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1. Latar Belakang**

Iklim merupakan unsur geografi yang sangat penting dan memiliki pengaruh yang besar terhadap aktivitas manusia. Iklim berpengaruh secara global, iklim yang terjadi di wilayah tertentu juga memiliki pengaruh pada wilayah yang lain seperti *El Nino-Southern Oscillation* (ENSO) atau yang sering disebut El Nino dan La Nina.

ENSO merupakan salah satu gangguan iklim yang terjadi dalam skala global dengan rentang waktu 2-7 tahun (Harijono, 2008; Juaeni *et al*, 2006). Salah satu dampak yang ditimbulkan oleh ENSO adalah perubahan jumlah curah hujan. Perubahan curah hujan sangat berpengaruh terhadap sektor perekonomian dan pertanian suatu wilayah. Pada saat terjadi El Nino, salah satu dampaknya yang terjadi adalah berkurangnya pembentukan awan dan curah hujan di Indonesia yang akan menyebabkan terjadinya kekeringan dan berkurangnya produksi pertanian. Sedangkan La Nina memiliki dampak pada meningkatnya pembentukan awan dan curah hujan di Indonesia yang akan menyebabkan terjadinya banjir.

Curah hujan merupakan unsur iklim yang sangat penting dalam siklus hidrologi. Studi iklim yang membahas mengenai curah hujan pada suatu area hingga saat ini masih terbatas pada area yang kecil. Hal ini diakibatkan oleh jumlah data stasiun penakar hujan yang terbatas (Aldrian, 2003) baik secara temporal maupun spasial (Saw, 2005). Oleh karena itu, peningkatan akurasi curah hujan secara global diperlukan untuk peramalan cuaca dalam jangka waktu pendek dan jangka waktu yang panjang, serta sangat penting dalam memprediksi iklim (Ba, 2008).

Untuk mendapatkan data curah hujan yang dapat mewakili suatu wilayah juga bisa menggunakan data curah hujan yang diperoleh dari data radar, namun hingga saat ini ketersediaan radar tersebut masih terbatas di Indonesia karena biayanya yang relatif lebih mahal. Saat ini keterbatasan dari stasiun penakar hujan dan radar tersebut dapat diatasi dengan satelit meteorologi. Kelebihan dari satelit adalah dalam hal perolehan data curah hujan yang telah mampu merekam kondisi

atmosfer hingga mendekati waktu *near real time*, per jam pengamatan, serta memiliki cakupan wilayah yang luas. Oleh karena itu, untuk memperoleh data curah hujan yang dapat mewakili wilayah yang luas dapat dilakukan pendekatan dengan menggunakan satelit.

Penelitian – penelitian terdahulu telah banyak yang menggunakan satelit meteorologi dalam penelitian meteorologi dan klimatologi. Penelitian tersebut antara lain estimasi curah hujan di wilayah tropis dengan menggunakan satelit *microwave* pasif dan inframerah (Saw, 2005). Selain itu, penelitian mengenai ENSO yang menggunakan satelit untuk perolehan data curah hujan juga telah dikaji oleh As-syakur (2010) yang mengkaji pola spasial pengaruh kejadian La Nina terhadap curah hujan di Indonesia tahun 1998/1999 menggunakan data TRMM 3B43 yang memiliki resolusi spasial  $0,25^0$ .

Penelitian ini memanfaatkan data *Multifunctional Transport Satelit* (MTSAT) sebagai perolehan data curah hujan untuk mengetahui distribusi curah hujan dengan resolusi spasial yang lebih baik yaitu  $0,05^0$ . MTSAT merupakan satelit geostasioner yang berfungsi untuk kepentingan meteorologi dan penerbangan. Salah satu kelebihan dari satelit ini adalah memiliki kemampuan untuk memotret objek yang sama tiap 1 jam.

Penelitian ini difokuskan di Pulau Jawa karena Jawa merupakan pusat perekonomian dan sentra pertanian di Indonesia sehingga memiliki kaitan yang erat dengan perubahan curah hujan yang terjadi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui estimasi curah hujan melalui interpretasi citra satelit sehubungan akan pentingnya mengetahui distribusi curah hujan secara keseluruhan dalam suatu daerah yang luas karena distribusi curah hujan berkaitan erat dengan kebutuhan air untuk pertanian dan industri serta kegiatan lainnya

### **1.1. Masalah penelitian**

Masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

Bagaimana pola curah hujan di Pulau Jawa pada periode normal, El Nino dan La Nina?

## 1.2. Batasan Penelitian

1. Curah hujan yang dimaksud adalah estimasi nilai curah hujan yang diinterpretasi menggunakan pendekatan suhu puncak awan dan dinyatakan dalam satuan mm.
2. Pola curah hujan yang dimaksud adalah sebaran wilayah curah hujan pada bulan Desember, Januari dan Februari pada tahun 2005/2006 untuk mewakili periode normal, tahun 2009/2010 untuk mewakili periode El Nino dan tahun 2007/2008 untuk mewakili periode La Nina.
3. Suhu puncak awan adalah suhu yang terekam atau terdeteksi oleh panjang gelombang inframerah IR1 (10,3 – 11,3  $\mu\text{m}$ ) yang terdapat pada satelit MTSAT.
4. Periode normal adalah periode dimana iklim di Indonesia hanya dipengaruhi oleh moonson.
5. Periode El Nino adalah periode dimana anomali suhu muka laut di Pasifik ekuator lebih besar dari  $+0,5^{\circ}\text{C}$ .
6. Periode La Nina adalah periode dimana anomali suhu muka laut di Pasifik ekuator lebih kecil dari  $-0,5^{\circ}\text{C}$ .

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Dinamika Atmosfer**

#### **2.1.1. Dinamika Cuaca dan Iklim Global**

Cuaca adalah total dari keseluruhan variabel atmosfer di suatu tempat dalam jangka waktu yang singkat, sedangkan iklim berbicara mengenai bagaimana perilaku atmosfer dalam jangka waktu yang lama. Perbedaan antara cuaca dan iklim adalah pada ukuran waktunya. Iklim merupakan kumulatif dari keadaan cuaca yang sering dijelaskan dalam rata-rata terutama pada temperatur dan presipitasi serta angin.

Variabel-variabel utamanya adalah sinar matahari, kelembaban, awan, hujan dan angin serta tekanan atmosfer. Tekanan atmosfer menentukan arah dan kecepatan angin dan menggerakkan massa udara yang berbeda temperatur dan kelembabannya dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Sedangkan pergerakan udara bergerak secara horizontal dan vertikal. Jika pergerakan udara tersebut adalah vertikal maka akan cenderung terjadi awan dan hujan.

Pengontrol cuaca dan iklim yang paling mendasar adalah pemanasan dan pendinginan atmosfer yang tidak seimbang pada bagian-bagian bumi yang berlainan. Bumi secara keseluruhan melepaskan panas ke angkasa sebanyak panas yang diterimanya dari matahari sehingga beberapa bagian tertentu akan kehilangan panas dan bagian lain akan menambah panas. Pemanasan yang tidak seimbang itu terjadi dalam berbagai skala geografi dengan keragaman yang luas dan paling besar. Perbedaan tersebut yang paling penting adalah perbedaan antara lintang tinggi dan lintang rendah. Perbedaan pemanasan dan pendinginan juga terdapat pada benua dan lautan, antara wilayah yang tertutup salju dan yang bebas dari salju, antara kota dan desa. Hasil dari perbedaan tersebut mengakibatkan terjadinya pergerakan udara (angin) yang mengendalikan cuaca dan iklim (Trewartha dan Horn, 1980).

#### **2.1.2. Dinamika Cuaca dan Iklim Lokal**

Dinamika cuaca dan iklim lokal terjadi akibat perbedaan kondisi fisik lokal seperti kondisi topografi serta perbedaan siang dan malam yang mengakibatkan

terjadinya perbedaan suhu pada daratan dan lautan serta perbedaan suhu pada puncak dan lembah. Pada wilayah daratan dan lautan, iklim lokal yang terjadi adalah angin darat dan angin laut (Gambar 2.1 dan Gambar 2.2). Angin darat terjadi pada malam hari ketika suhu di daratan lebih dingin daripada suhu di lautan. Angin darat berhembus ke laut dan menyebabkan terjadinya pembentukan awan dan hujan. Hal ini dikarenakan terjadinya konveksi di laut. Sedangkan angin laut merupakan kebalikan dari angin darat. Angin laut terjadi pada siang hari ketika suhu di laut lebih dingin daripada suhu di daratan. Hal ini akan menyebabkan angin berhembus ke wilayah daratan. Peredaran angin darat dan angin laut ini biasanya tidak lebih dari 20 – 30 kilometer di atas darat.



Gambar 2.1. Angin laut

Sumber: [Ahrens, 2007]



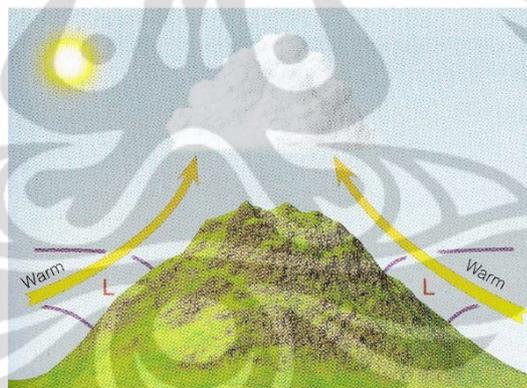
Gambar 2.2. Angin darat

Sumber:[Ahrens, 2007]

Selain angin darat dan angin laut, di daerah pedalaman, dimana permukaan bumi berbukit dan berlembah serta pengaruh laut tidak lagi terasa, terutama di dalam lembah terdapat angin vertikal.

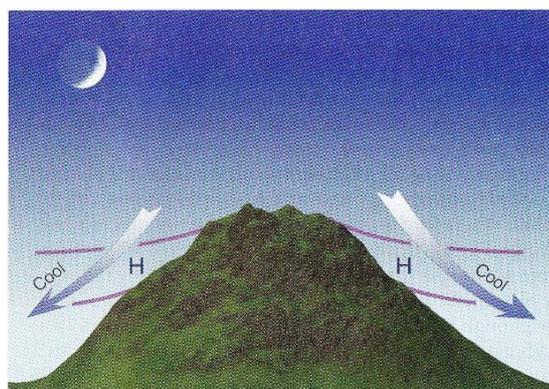
Pada siang hari udara bergerak ke atas di sepanjang lereng lembah akibat pemanasan. Suhu udara di puncak gunung lebih tinggi daripada di lereng lembah, akibatnya tekanan udara di lembah akan menjadi lebih tinggi daripada tekanan udara di puncak gunung. Angin ini disebut juga dengan angin lembah (Gambar 2.3). Hal ini yang menyebabkan udara bergerak ke atas di sepanjang lereng lembah. Udara yang bergerak ke atas adalah udara yang tidak stabil atau tidak mantap.

Sedangkan pada malam hari, arah angin bergerak menuju dasar lembah melalui sisi lembah yang disebut juga dengan angin gunung (Gambar 2.4). Hal ini dikarenakan tekanan udara di puncak lebih tinggi daripada tekanan udara di lembah. Untuk terjadinya keseimbangan udara akan bergerak dari tekanan yang tinggi ke tekanan yang rendah.



Gambar 2.3. Angin lembah

Sumber: [Ahrens, 2007]



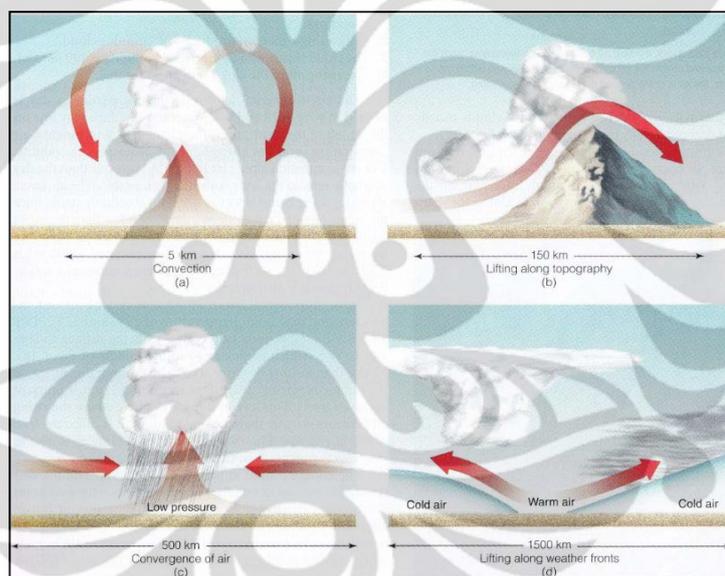
Gambar 2.4. Angin gunung

Sumber: [Ahrens, 2007]

## 2.2. Jenis dan Pembentuk Awan

Awan adalah kumpulan dari partikel air berupa tetes air dan/atau kristal es yang tampak di atmosfer. Awan yang partikelnya mengandung banyak tetes air disebut awan tetes dan awan yang partikelnya mengandung banyak kristal es disebut awan es. Awan tetes biasanya memiliki suhu hingga  $-40^{\circ}\text{C}$  yang disebut *super cooled water*, sedangkan suhu dibawah  $-40^{\circ}\text{C}$  merupakan awan es.

Banyak awan terbentuk akibat kenaikan udara dan suhu yang menjadi dingin. Pada dasarnya perkembangan awan secara umum (Gambar 2.5) diakibatkan oleh panas permukaan dan konveksi, pengangkatan udara oleh topografi, kenaikan yang meluas akibat konvergensi permukaan udara serta pengangkatan udara oleh perbedaan suhu udara (Ahrens, 2007).



Gambar 2.5. Proses perkembangan awan

Sumber:[Ahrens, 2007]

### 2.2.1. Jenis Awan

Di atmosfer awan memiliki banyak bentuk, karena tiap pertumbuhan awan akan menghasilkan bentuk-bentuk yang berbeda. Secara umum, awan dapat diklasifikasikan berdasarkan ketinggiannya (Gambar 2.6):

#### 1. Awan tinggi

Di wilayah tropis awan ini memiliki ketinggian 6 hingga 18 km dari permukaan laut sedangkan di kutub memiliki ketinggian 3 hingga 8 km.

Contoh dari awan tinggi adalah Cirrus (Ci), Cirrostratus (Cs) dan Cirrocumulus (Cc). Awan ini tidak berpotensi dalam menghasilkan hujan.

Dilihat dari ketinggian awan ini memiliki suhu yang sangat dingin dan kering serta mengandung banyak kristal es dan sedikit air. Awan ini memiliki bentuk yang halus, serat lembut dan tipis. Warna awan ini jika dideteksi dengan menggunakan inframerah adalah putih keabua-abuan.

## 2. Awan menengah

Di wilayah tropis awan menengah memiliki ketinggian 2 hingga 8 km, sedangkan di kutub memiliki ketinggian 2 hingga 4 km. Contoh dari awan ini adalah Altostratus (As) dan Altocumulus (Ac). Awan ini berpotensi hujan ringan. Awan ini mengandung tetesan air dan kristal es serta memiliki suhu yang cukup dingin. Jika dideteksi dengan menggunakan inframerah, awan ini akan menghasilkan warna keputihan atau abu-abu.

## 3. Awan rendah

Di wilayah tropis dan kutub awan ini memiliki ketinggian kurang dari 2 km dari permukaan laut. Awan ini selalu mengandung tetesan hujan, namun pada cuaca yang dingin kadang-kadang mengandung kristal es. Dilihat dari ketinggiannya, awan ini memiliki suhu yang lebih hangat dari pada awan menengah dan awan tinggi. Suhu hangat yang dihasilkan hingga  $10^{\circ}\text{C}$ . Contoh dari awan ini adalah Nimbostratus (Ns), Stratocumulus (Sc) dan Stratus (st). Jika dideteksi dengan inframerah maka citra yang akan dihasilkan berwarna abu-abu.

## 4. Awan dengan perkembangannya yang vertikal

### a. Cumulus (Cu)

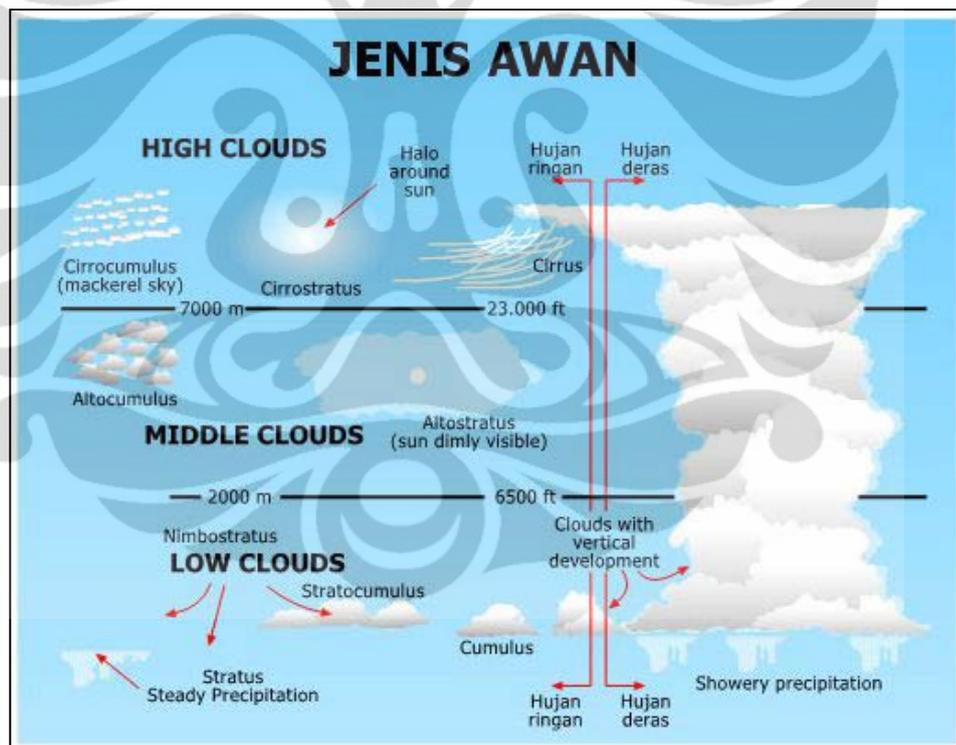
Ketinggian dasar awan ini adalah 1 km, dan tidak berpotensi hujan. Namun jika cumulus terus berkembang dan menjadi lebih besar, hujan yang dihasilkan akan banyak. Jika dideteksi dengan inframerah maka citra yang dihasilkan memiliki warna yang bervariasi, gelap keabua-abuan hingga berwarna putih, tergantung pada perkembangan awan.

### b. Cumulonimbus (Cb)

Awan ini disebut juga sebagai awan yang menghasilkan hujan angin ribut yang disertai petir dan guruh. Awan ini memiliki ketinggian dari 600

meter hingga 12000 meter. Bagian bawah awan ini mengandung tetes air, bagian tengahnya mengandung tetes air dan kristal es, dan bagian puncaknya mengandung kristal es. Jika dideteksi dengan inframerah, maka akan menghasilkan warna putih.

Suhu puncak awan tinggi dan awan cumulonimbus hampir sama dinginnya karena kedua awan mengandung kristal es. Namun karena awan tinggi memiliki bentuk yang halus dan tipis yang mengakibatkan awan ini juga menerima pancaran radiasi dari permukaan bumi maka warna yang dihasilkan putih keabu-abuan. Sedangkan cumulonimbus merupakan awan yang sangat tebal sehingga radiasi yang dipancarkan hanya dari awan itu sendiri, sehingga warna yang dihasilkan hanya putih (König, 2006).



Gambar 2.6. Jenis-jenis awan berdasarkan ketinggian

Sumber: [http://idkf.bogor.net]

## 2.3. Curah Hujan

### 2.3.1. Faktor yang Mempengaruhi Curah Hujan Di Indonesia

Menurut Sandy (1996) banyak sedikitnya curah hujan yang jatuh di suatu daerah di Indonesia sangat bergantung pada hal-hal di bawah ini:

a. Letak daerah konvergensi antar tropik (DKAT)

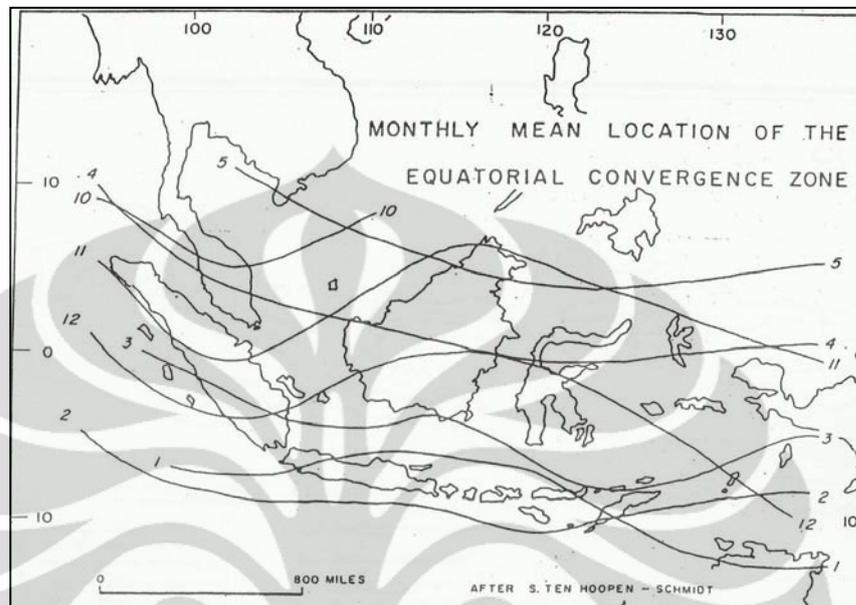
DKAT merupakan suatu zona yang memiliki suhu yang paling tinggi yang terjadi akibat pemanasan. Suhu yang tinggi akan menyebabkan tekanan udara menjadi rendah pada zona tersebut. Untuk keseimbangan, udara dari daerah yang bertekanan tinggi akan bergerak ke daerah yang bertekanan rendah dan pada saat yang bersamaan akan terjadi gerakan udara naik (konveksi) yang membawa akibat menurunnya suhu udara tersebut dan akan menyebabkan terjadinya pembentukan awan dan hujan.

DKAT memiliki peranan yang sangat penting dalam keseimbangan energi atmosfer dan meningkatkan keadaan berawan. Perubahan panas, kelembaban, dan radiasi antara atmosfer dan permukaan berbeda antara DKAT dengan DKAT pada garis balik utara (*tropic of cancer*) dan selatan (*tropic of capricorn*). Oleh karena itu, posisi dan pergerakan DKAT memainkan peranan penting dalam menentukan karakteristik interaksi atmosfer-laut dan atmosfer-darat (Waliser, 2002).

DKAT menyebabkan terjadinya pembentukan awan konvektif, selain itu, di wilayah tropis sebagian besar curah hujan yang terjadi merupakan hasil dari pembentukan awan konvektif. Oleh karena itu di wilayah tropis kepulauan rata-rata keadaan awan dan hujan dapat dilihat dari regim konvektif tersebut (Arkin dan Meisner, 1987).

Letak dan posisi rata-rata DKAT di Indonesia berdasarkan penelitian Schmidt ten Hoopen dan Schmidt dapat dilihat pada Gambar 2.7. Terlihat di dalam gambar bahwa DKAT melintasi Indonesia selama 8 bulan. Dimulai pada bulan Oktober yang terlihat di ujung utara Kep. Riau dan Sumatera Utara kemudian secara berangsur-angsur bergerak ke selatan hingga berada di selatan Kep Indonesia pada bulan Februari, kemudian akan berbalik ke utara sesuai dengan pergerakan matahari. Dengan demikian, P. Sumatera dilintasi DKAT sekitar 5 bulan; Jawa, Bali, NTB dan NTT dilintasi 2 bulan,

Kalimantan dilintasi 4 bulan, Sulawesi dilintasi 3 bulan, Irian dan Maluku dilintasi 1 bulan. Curah hujan maksimum dari masing-masing daerah dapat dilihat berdasarkan pergerakan DKAT tersebut (Sandy, 1987).



Gambar 2.7. Letak dan posisi DKAT menurut Schmidt ten Hoppen-Schmidt  
Sumber: [Sandy, 1982]

b. Bentuk medan

Medan berbukit atau bergunung akan memaksa udara atau angin untuk bisa melintasi punggung pegunungan. Hal ini menyebabkan suhu udara juga akan menjadi turun, sehingga uap air yang dibawanya akan turun menjadi hujan.

c. Arah angin sejajar dengan arah garis pantai

Suhu udara tidak berubah jika angin sejajar dengan garis pantai, akibatnya hujan pun tidak jatuh.

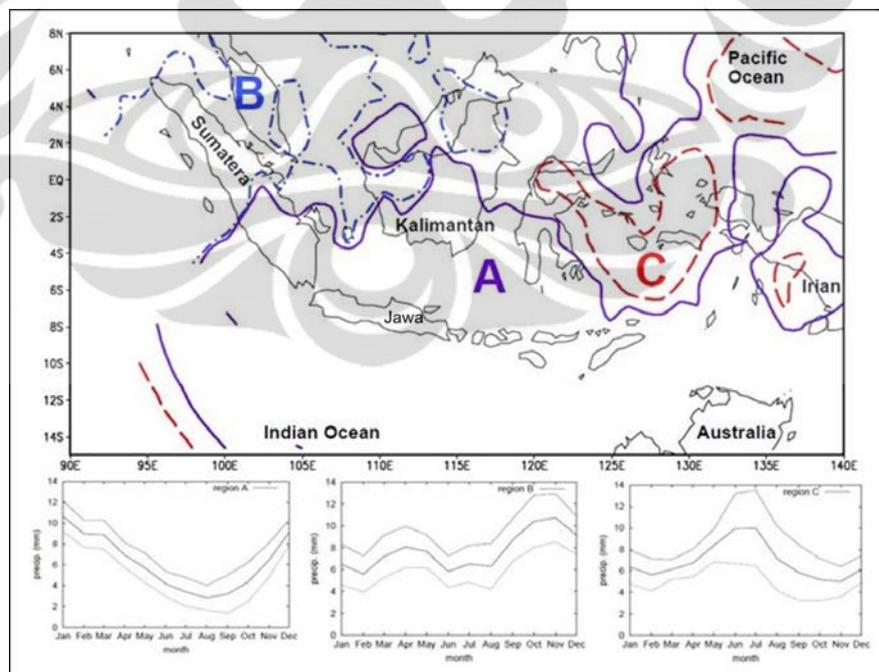
d. Jarak perjalanan angin di atas medan datar

Angin yang membawa hujan adalah angin yang berhembus dari atas perairan ke arah daratan. Jika medan datar yang dilalui angin itu lebar, serta sifat permukaannya tidak berubah, mungkin hujan turun pada bagian medan dekat pantai dan selanjutnya tidak ada lagi hujan.

## 2.3.2. Curah Hujan di Indonesia

### 2.3.2.1. Distribusi Spasial dan Temporal

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Aldrian (2003), ada 3 wilayah iklim Indonesia (Gambar 2.8) yaitu: Wilayah A (sebagian Sumatera, Jawa, sebagian Kalimantan, Sebagian Sulawesi dan Sebagian Irian), Wilayah B (Indonesia bagian barat laut) dan Wilayah C (Maluku dan sebagian Sulawesi). Wilayah A memiliki satu kali rata-rata curah hujan bulanan tertinggi dan satu kali rata-rata curah hujan terendah dalam setahun. Hal tersebut terjadi akibat pengaruh monsun barat yang terjadi dari bulan November hingga Maret dan pengaruh monsun timur yang terjadi dari bulan Mei hingga September. Untuk wilayah B memiliki rata-rata curah hujan bulanan tertinggi sebanyak dua kali yang terjadi pada bulan Oktober November dan Maret hingga Mei. Hal ini terjadi akibat perpindahan DKAT yang menuju ke selatan dan yang menuju ke utara. Sedangkan wilayah C memiliki satu kali rata-rata curah hujan tertinggi yang terjadi pada bulan Juni ke Juli dan satu kali rata-rata curah hujan terendah pada bulan November, Desember, Januari dan Februari.



Gambar 2.8. Wilayah iklim Indonesia

Sumber: [Aldrian, 2003]

Menurut Sandy (1996) secara umum curah hujan di Indonesia dapat dikatakan bahwa pantai barat setiap pulau di Indonesia memperoleh curah hujan yang lebih banyak dari pantai timur. Wilayah barat Indonesia yaitu Pulau Sumatera memperoleh curah hujan terbanyak pada bulan November dan Desember. Sedangkan Pulau Jawa, Bali, NTT dan NTB mendapatkan curah hujan terbanyak pada bulan Januari dan Februari. Sedangkan Sulawesi dan Maluku mendapat curah hujan terbanyak pada bulan Mei-Juni. Di daerah pedalaman semua pulau dan rawa-rawa yang besar, distribusi curah hujan yang paling banyak terjadi pada musim pancaroba.

Sebagian besar tempat-tempat di Pulau Jawa mendapat curah hujan terbanyak pada bulan Januari, sedangkan maksimum sekunder terjadi pada bulan Maret di daerah pedalaman. Labuhan yang terletak di ujung pantai barat mendapat curah hujan sebanyak 3959 mm setahun, sedangkan Banyuwangi yang terletak di ujung timur hanya mendapat curah hujan 1285 mm setahun. Tempat-tempat yang terletak di pesisir utara mendapatkan curah hujan yang sedikit daripada tempat-tempat yang terletak lebih ke selatan. Hal ini diakibatkan karena arah angin hampir sejajar dengan pantai di sepanjang pesisir utara. Namun demikian, Curah hujan di pesisir utara Jawa Barat tetap lebih banyak daripada di pesisir utara Jawa Timur.

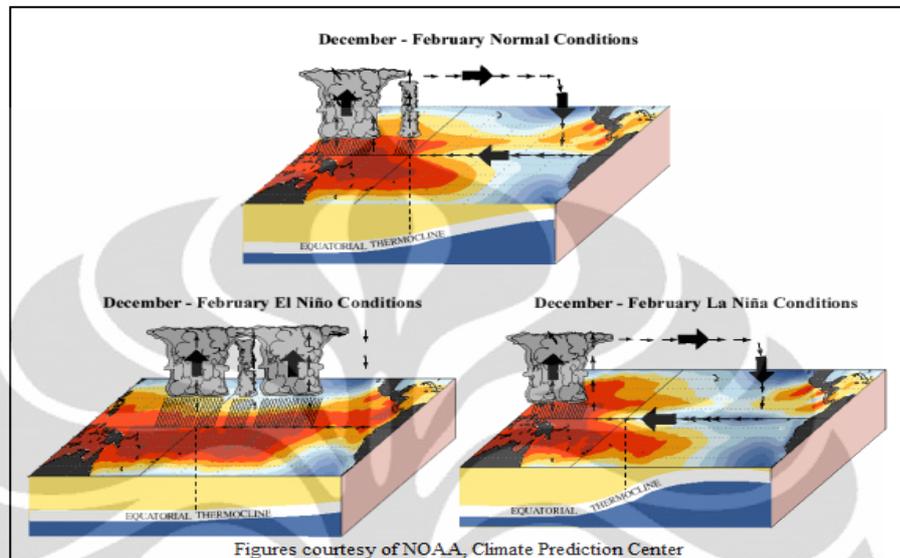
Di Jawa Barat, terdapat banyak rangkaian pegunungan yang cukup panjang dengan celah-celah sempit. Hal ini memberikan pengaruh terhadap jumlah hujan yang didapatkan, seperti Kota Bogor yang terletak pada celah Gunung Gede – Pangrango dan Gunung Salak yang memperoleh hujan yang banyak.

Di Jawa Tengah curah hujan karena menghadap arah angin lebih terlihat seperti di Petungkriyono di selatan Pekalongan dengan curah hujan 6.649 mm. Di Jawa Timur, gunung-gunung terletak dalam kelompok-kelompok, bukan dalam bentuk rangkaian. Di antara kelompok pegunungan terdapat dataran-dataran rendah yang lebar seperti dataran rendah Madiun, Kediri, dan Lumajang.

### **2.3.2.2. Curah Hujan dan ENSO**

Fenomena ENSO memiliki dampak terhadap distribusi curah hujan di Indonesia. Pada saat terjadi El Nino, pertumbuhan awan dan pembentukan hujan

mengalami penurunan jika dibandingkan pada saat keadaan normal. Sedangkan pada saat La Nina, pertumbuhan awan dan pembentukan hujan bisa dikatakan lebih meningkat dibandingkan pada saat keadaan normal (Gambar 2.9).



Gambar 2.9. Kondisi permukaan laut dan curah hujan periode normal, El Nino dan La Nina

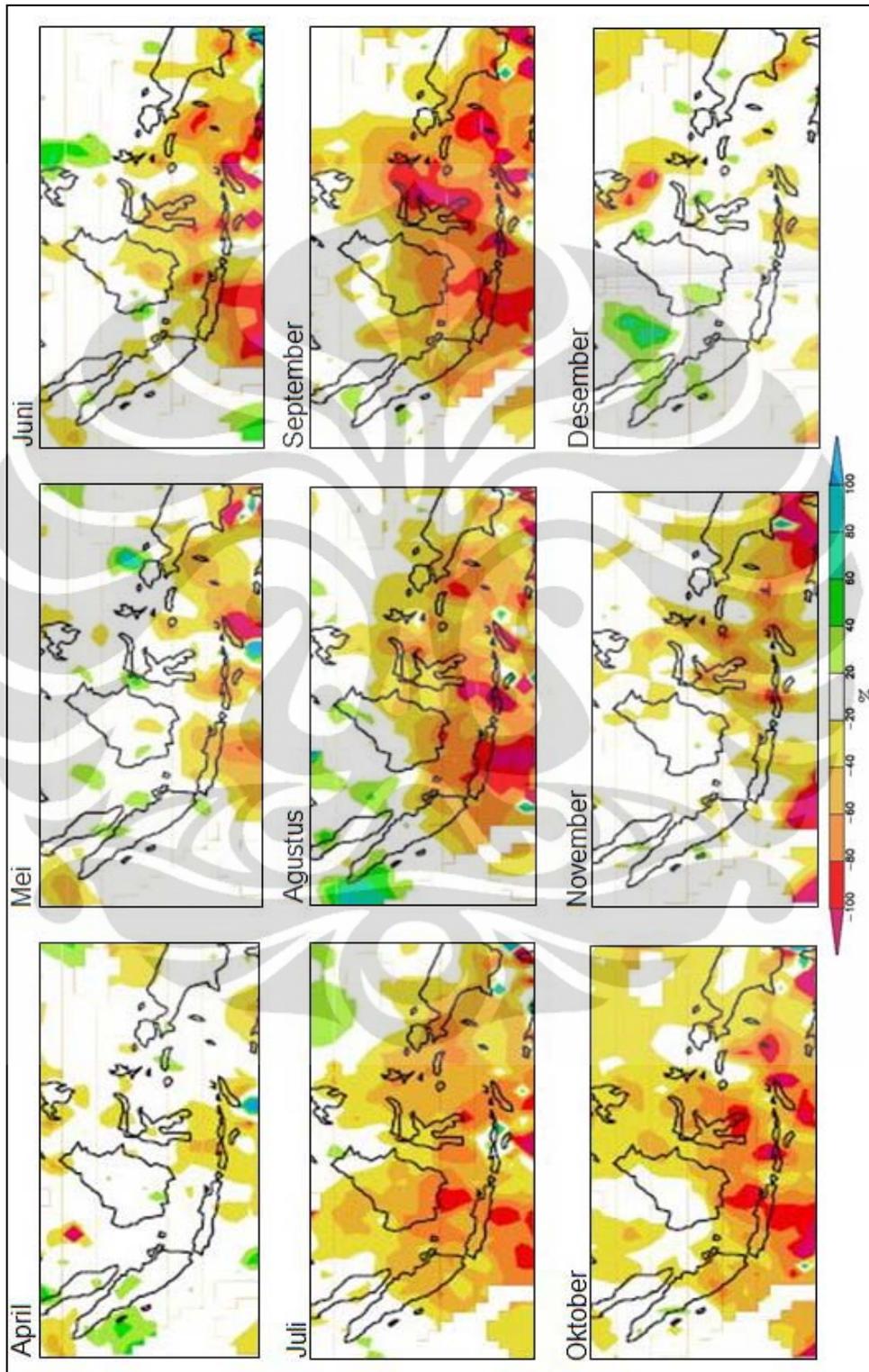
Sumber: [<http://iri.columbia.edu/climate/ENSO/background/basics.html>]

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Aldrian (2003), pengaruh El Nino (Gambar 2.10) mulai terdeteksi menurunkan jumlah curah hujan di Australia Utara pada bulan April. Kemudian pada bulan Mei ke atas penurunan jumlah curah hujan di Indonesia mulai terdeteksi. Distribusi pengaruh El Nino meluas dari tenggara Indonesia menuju bagian barat dan utara Indonesia. Puncak dari pengaruh El Nino adalah bulan September dengan rata-rata penurunan curah hujan hingga 60%. Pengaruh El Nino mulai berkurang dari bulan Oktober dan menghilang pada bulan Desember. Pada bulan November, permulaan curah hujan datang dari utara karena DKAT mulai berpindah ke selatan. Anomali positif ini akan terus terjadi sampai Februari tahun berikutnya.

Sedangkan periode La Nina merupakan kebalikan dari periode El Nino. Indikasi awal La Nina (Gambar 2.11) terdeteksi pada bulan Maret, walaupun indikasinya masih rendah (anomali dibawah 40%). Pada bulan April La Nina mulai dirasakan lebih tinggi di Australia bagian utara. Dari bulan Mei ke atas, dampak La Nina mulai dirasakan meningkat secara spasial dan jumlah curah

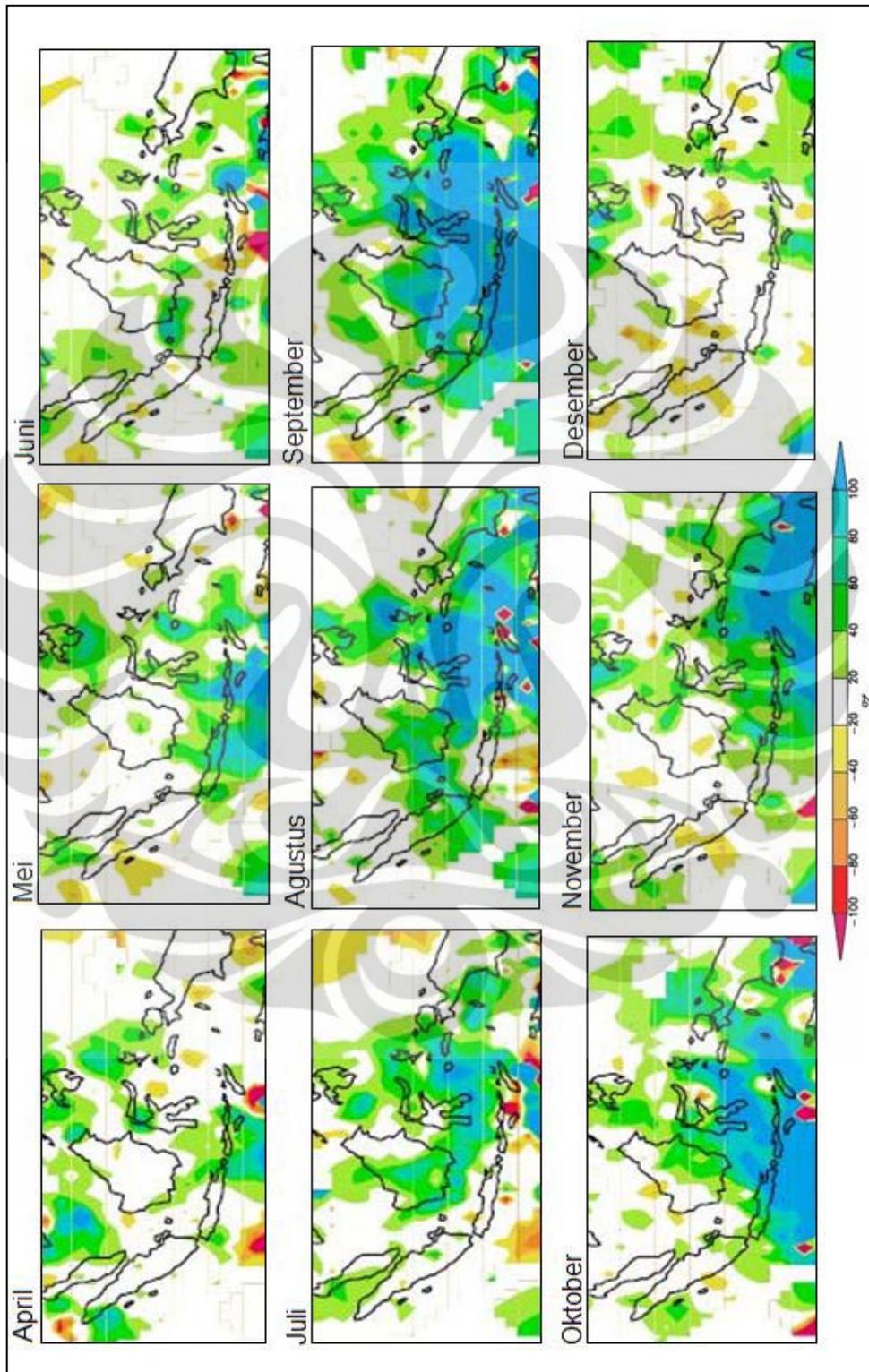
hujan yang turun, walaupun ada beberapa wilayah yang dampaknya tidak begitu signifikan. La Nina mulai dirasakan di bagian tenggara Indonesia meluas hingga barat dan utara. Puncak pengaruh La Nina terjadi pada bulan Agustus dan September. Pada bulan September hampir semua daerah yang dipengaruhi oleh La Nina memiliki curah hujan dua kali daripada keadaan normal. Seperti halnya dengan El Nino, dampak La Nina mulai menghilang setelah bulan September dan pada bulan Desember dampaknya tidak terlihat lagi.





Gambar 2.10. Persentase anomali curah hujan selama periode El Nino

Sumber:[Aldrian, 2003]



Gambar 2.11. Persentase anomali curah hujan selama periode La Nina

Sumber:[Aldrian, 2003]

#### **2.4. Aplikasi Penginderaan Jauh Dalam Bidang Meteorologi dan Klimatologi**

Konsep dasar penginderaan jauh terdiri dari berbagai elemen atau komponen yang terdiri dari sumber tenaga, atmosfer, interaksi tenaga dan obyek di permukaan bumi, sensor, sistem pengolahan data dan berbagai penggunaan data (Purwadhi dan Sanjoto, 2008). Besaran dan parameter objek atau gejala atmosfer diamati dengan memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik atau sebagian spektrum gelombang elektromagnetik yang dipancarkan atau direfleksikan yang akan diterima oleh sensor.

Aplikasi penginderaan jauh dalam bidang meteorologi dan klimatologi telah banyak dilakukan seperti: pendeteksian awan cumulonimbus, estimasi curah hujan dan lain-lain. Dalam hal perolehan data curah hujan, terdapat perbedaan metode dalam menentukan nilai estimasi curah hujan sesaat dan estimasi rata-rata curah hujan bulanan. Dalam penelitian ini metode yang digunakan dalam perolehan curah hujan adalah estimasi rata-rata curah hujan bulanan.

#### **2.5. Pengukuran Curah Hujan**

Pengukuran curah hujan dengan alat pengukur curah hujan akan menghasilkan akumulasi curah hujan yang sebenarnya. Namun, pengukuran ini memiliki beberapa kendala terutama dalam hal kerapatan jaringannya, karena wilayah tropis merupakan regim konvektif yang hujannya dicirikan dengan curahan yang banyak namun pada luasan yang sempit. Oleh karena itu, kerapatan jaringan yang tinggi sangat diperlukan untuk mencatat data curah hujan (Arkin dan Meisner, 1987). Sedangkan dalam kenyataannya dapat dilihat bahwa jumlah jaringan stasiun curah hujan tidak banyak dan walaupun banyak namun tidak tersebar secara merata

Sedangkan pengukuran curah hujan dengan satelit meteorologi telah memberikan pandangan baru dalam melakukan observasi cuaca. Daerah terpencil yang tidak memiliki jaringan stasiun hujan tidak mampu melakukan monitor cuaca. Namun dengan kedatangan satelit cuaca hal tersebut sekarang dapat dilakukan.

Berikut adalah beberapa kelebihan dan kekurangan dalam sistem pengukuran curah hujan dengan menggunakan pengukuran dari citra satelit dan

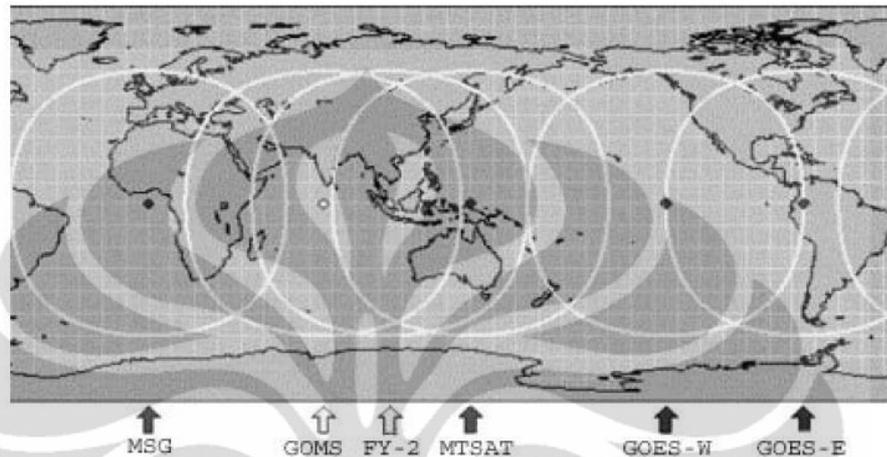
pengukuran dengan alat penakar curah hujan yang terdapat di lapangan (Ebert, 2003):

- a. Berdasarkan alat penakar curah hujan
  1. Kelebihan
    - Hasil pengukuran curah hujan sebenarnya
  2. Kekurangan
    - Tidak mencakup wilayah yang terpencil
    - Titik pengukuran tidak merepresentasikan luasan wilayah
    - Angin dapat membuat pengukuran curah hujan menjadi *underestimate*
- b. Berdasarkan satelit
  1. Kelebihan
    - memiliki resolusi temporal dan spasial yang baik
    - Observasi mendekati waktu yang sebenarnya/*near real time*
    - Memiliki informasi curah hujan pada wilayah yang tidak memiliki alat penakar curah hujan
    - Memiliki sistem pengukuran yang konsisten
  2. Kekurangan
    - Pengukuran dilakukan secara tidak langsung/hanya pada karakteristik awan seperti suhu puncak awan.
    - Kemungkinan terjadi kesalahan yang diakibatkan gangguan atmosfer seperti awan cirrus yang bersuhu dingin namun tidak berpotensi hujan.
    - Tidak menangkap hujan pada awan hangat.

## 2.6. Satelit MTSAT

MTSAT (*Multi-Functional Transport Satellite*) merupakan satelit meteorologi dan penerbangan milik Jepang. Satelit ini mulai diluncurkan pada akhir Februari 2005 dan mulai dioperasikan pada akhir Juni 2005. Satelit ini merupakan satelit generasi ke-6 yang sebelumnya dinamakan GMS-5. Cakupan wilayah yang dapat direkam oleh MTSAT (Gambar 2.12) meliputi wilayah se-Asia Pasifik. Sedangkan karakteristik dari masing-masing *band* yang terdapat dalam citra MTSAT adalah visibel, IR1, IR2, IR3 dan IR4 dengan masing-masing panjang gelombang: 0,55 – 0,90  $\mu\text{m}$ ; 10,3 – 11,3  $\mu\text{m}$ ; 11,5 – 12,5  $\mu\text{m}$ ; 6,5 – 7,0

$\mu\text{m}$ ; dan 3,5 – 4,0  $\mu\text{m}$ . Resolusi spasial dari masing-masing *band* citra ini adalah 4 km kecuali band visibel yaitu 1 km. Karakteristik mengenai citra MTSAT yang lebih detail dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 2.12. Cakupan wilayah satelit geostasioner

Sumber: [<http://www.wmo.int/index-en.html>]

Tabel 2. Karakteristik satelit MTSAT-1R

Satellite	MTSAT-1R	
Imager	JAMI	
Operation (West Pacific)	28 Jun. 2005 to present	
Geo. position	140 E	
Raw Data Format	HRIT	
Number of channels	5	
Band	Wavelength ( $\mu\text{m}$ )	Accuracy
VIS (Visible)	0.55 – 0.90	6.5SNR@2.5%
IR1 (IR window 1)	10.3 – 11.3	0.18@300K
IR2 (IR window 2)	11.5 – 12.5	0.18@300K
IR3 (WV)	6.5 – 7.0	0.15@300K
IR4 (SWIR)	3.5 – 4.0	0.18@300K
Spatial resolution at nadir	VIS: 1 km IR1–4: 4 km	
Num. of quantization levels	VIS: 1024 IR: 1024	
Observing frequency (times/day)	Full disk: 24 Half disk: 24 (N.H.) 8 (S.H.)	

Sumber: <http://mscweb.kishou.go.jp>

Secara umum, fungsi utama dari masing-masing kanal tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Kanal visibel, berfungsi untuk melakukan observasi permukaan bumi dan awan pada siang hari.
- b. Kanal IR1 dan IR2, berfungsi untuk melakukan observasi permukaan bumi, awan dan gejala atmosfer pada siang dan malam hari.
- c. Kanal IR3, berfungsi untuk melakukan observasi uap air, awan tinggi, dan gejala atmosfer.
- d. Kanal IR4, berfungsi untuk melakukan observasi permukaan bumi dan awan serta kabut.

## **2.7. Metode Estimasi Curah Hujan dari Satelit**

### **2.7.1. Metode *Cloud-Indexing***

Metode *cloud-indexing* merupakan teknik untuk mengestimasi curah hujan dengan cara melakukan identifikasi awan menggunakan kanal visibel dan inframerah. Metode ini dipelopori oleh Barret (1970) yang mengestimasi curah hujan di Australia dan “*Martime Continent*”. Kemudian melakukan klasifikasi jenis awan menjadi cumulonimbus, stratiform, cumuliform, stratocumuliform dan cirriform.

Kemudian Arkin dan Meisner (1987) memperkenalkan teknik *cloud-indexing* yang lebih terkenal yang disebut metode *GOES Precipitation Index* (GPI). Metode ini mudah untuk diaplikasikan dan digunakan untuk melakukan estimasi pada wilayah yang luas. Metode ini dirancang untuk memperoleh curah hujan rata-rata bulanan. Oleh karena itu, metode ini tidak cocok untuk mengestimasi curah hujan sesaat.

Penggunaan metode ini adalah dengan cara menentukan awan yang memiliki suhu puncaknya lebih kecil dari 235 K. Kemudian memberikan nilai curah hujan yang konstan yaitu 3 mm/jam untuk setiap suhu puncak awan yang memiliki nilai suhu lebih kecil dari 235K yang menutupi wilayah kajian.

Persamaan estimasi curah hujan dengan metode GPI (Arkin dan Meisner, 1987) adalah:

$$GPI = 3f \Delta t \quad (2)$$

dimana,

GPI = nilai estimasi curah hujan (mm)

f = bagian daerah yang lebih dingin dari 235 K

$\Delta t$  = resolusi temporal (dalam penelitian ini  $\Delta t=1$ )

### 2.7.2. Metode Look Up Table

Kurino (1997) mengembangkan algoritma untuk mengestimasi curah hujan berdasarkan hubungan statistik antara 3 kanal yang terdapat dalam *Geostationery Meteorological Satellite* (GMS) dengan estimasi curah hujan dari radar selama periode musim panas di Kep. Jepang (Saw, 2005). Dengan menghubungkan estimasi curah hujan dari radar dengan  $TB_{11}$  dari GMS 5, *split window* dengan cara selisih dari ( $TB_{11} - TB_{12}$ ) dan  $\Delta TB$ , selisih antara  $TB_{11}$  dan  $TB_{wv}$ , *three dimensional look-up table* (3D LUT) dikembangkan dari kemungkinan hujan dan rata-rata tingkat curah hujan yang ditentukan dari kanal inframerah GMS pada masing-masing pixel.

*Split window* kanal inframerah (11  $\mu m$ , 12  $\mu m$ ) digunakan untuk mendeteksi awan Cirrus (Ci). Jika  $TB_{11} - TB_{12}$  lebih sama dengan 3 K, hal ini mengindikasikan kehadiran awan tipis cirrus, oleh karena itu, tidak ada curah hujan yang diharapkan dari awan ini.  $\Delta TB$  digunakan untuk mengekstraksi awan konvektif dengan hujan yang besar. Ackerman (1996) secara teori menunjukkan bahwa untuk menghasilkan awan yang tebal dengan hujan yang besar  $\Delta TB$  lebih besar dari -5 K.

### 2.8. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai kaitan curah hujan dan ENSO menggunakan satelit curah hujan telah dilakukan oleh As-syakur (2010) yaitu mengenai pola spasial pengaruh kejadian La Nina terhadap curah hujan di Indonesia tahun 1998/1999 menggunakan data TRMM *multisatellite precipitation analysis* (TMPA). Dalam

penelitian ini berhasil ditemukan fenomena baru mengenai efek kejadian La Nina khususnya terhadap pola spasial sebaran efeknya yang bergerak secara dinamis selama masa kejadian yang dimulai dari selatan Indonesia dan berakhir di bagian timur Indonesia. Selain itu, menurutnya, pemanfaatan data penginderaan jauh memiliki kemampuan untuk menggambarkan pola spasial dampak La Nina terhadap curah hujan di Indonesia.

Arkin dan Meisner (1987) melakukan penelitian mengenai hubungan antara curah hujan konvektif dalam skala yang besar dengan awan yang dingin di belahan bumi bagian barat pada tahun 1982-1984. Dalam penelitian ini, mereka berpendapat bahwa keadaan awan dan curah hujan di wilayah tropis akan menunjukkan hubungan yang hampir sama dengan keadaan hujan konvektif. Hasil penelitian yang mereka lakukan di daerah tropis pada  $30^{\circ}\text{N} - 30^{\circ}\text{S}$  tersebut menunjukkan hubungan yang kuat antara keadaan awan dengan curah hujan yang terjadi pada daerah penelitian yang mereka lakukan.

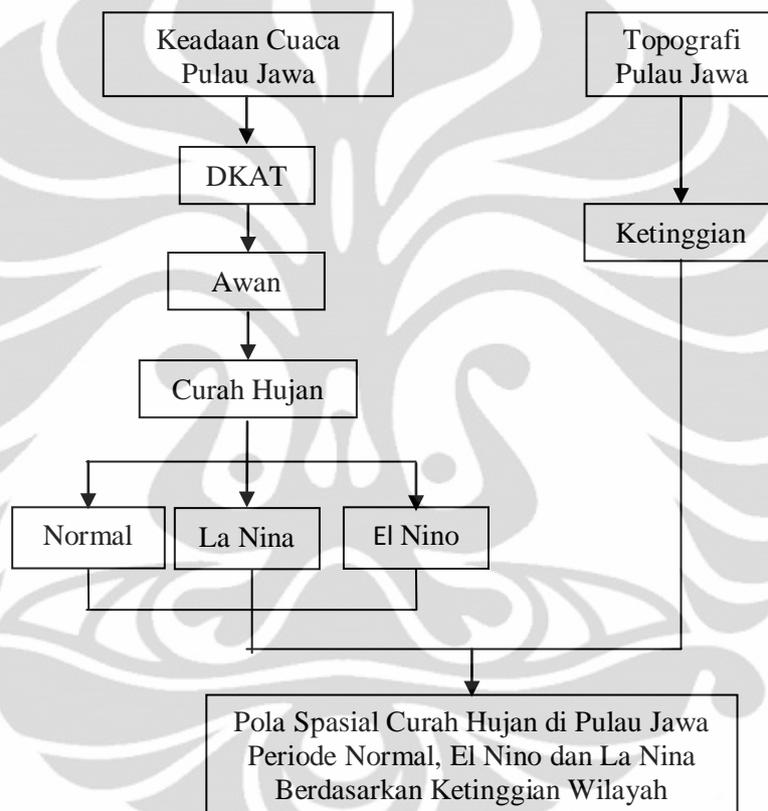
Hidayah (2008), dalam penelitiannya mengenai estimasi curah hujan menggunakan citra satelit MTSAT di wilayah Jabodetabek, bertujuan untuk menganalisa estimasi curah hujan dengan menggunakan metode *GOES Precipitation Index* (GPI). Hubungan estimasi curah hujan dengan curah hujan yang terjadi di lapangan tidak memiliki korelasi. Hal ini dikarenakan menggunakan waktu yang sesaat (skala lima harian, mingguan dan sepuluh harian) dan hanya menggunakan kanal IR1 untuk menentukan suhu puncak awan.

Bumrungklang, et al (2010) dalam “An Analysis of Seasonal Thunderstorm Cloud Distribution And Its Relation To Rainfall Occurrence In Thailand Using Remotely Sensed Data”, dengan melakukan analisis hubungan intensitas curah hujan dengan suhu puncak awan dan tutupan awan pada beberapa studi saat musim panas, musim hujan dan musim dingin selama tahun 2006 dan 2007. Salah satu metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pemisahan awan tinggi seperti cirrus dengan menggunakan dua kanal inframerah yang terdapat dalam citra MTSAT. Pemisahan awan tinggi dilakukan agar suhu puncak awan yang dingin namun tidak berpotensi hujan tidak dimasukkan ke dalam perhitungan curah hujan.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini membahas mengenai sebaran curah hujan yang terjadi di Pulau Jawa pada periode normal, El Nino dan La Nina dengan nilai curah hujan yang didapatkan menggunakan metode GPI. Penelitian ini dimulai dengan melihat kondisi cuaca yang terjadi di Pulau Jawa selama 3 bulan masing-masing pada periode normal, El Nino dan La Nina yaitu bulan Desember, Januari dan Februari. Pemilihan bulan-bulan tersebut didasarkan pada pergerakan DKAT di Jawa pada bulan Januari dan Februari yang merupakan puncak hujan tertinggi di Jawa.

Dalam penelitian ini, kondisi yang dilihat pada bulan-bulan tersebut adalah sebaran tutupan awan berdasarkan suhu puncak awan yang terdeteksi oleh gelombang inframerah IR1 MTSAT pada tiap grid/pixel yang terdapat dalam citra. Dengan mengetahui nilai suhu puncak awan tersebut maka bisa dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai estimasi curah hujan bulanan untuk masing-masing periode penelitian. Kemudian menghitung rata-rata curah hujan tersebut pada tiap periode penelitian dengan merata-ratakan curah hujan bulan Desember, Januari dan Februari pada tiap periode penelitian. Setelah mendapatkan nilai tersebut, langkah berikutnya adalah mendeskripsikan pola curah hujan dari estimasi curah hujan tersebut pada masing-masing periode, kemudian melakukan korelasi nilai estimasi curah hujan dari satelit dengan nilai curah hujan yang diperoleh dari stasiun penakar curah hujan. Setelah itu, curah hujan tersebut akan dihubungkan dengan variabel ketinggian. Gambaran alur pikir penelitian bisa dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Alur Pikir Penelitian

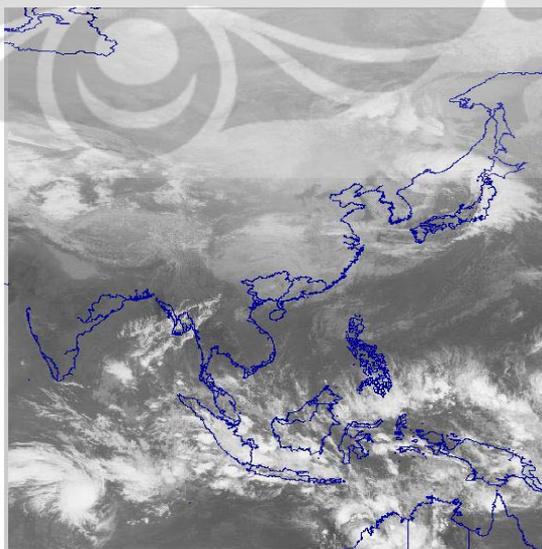
### 3.1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah:

1. Data administrasi dan data ketinggian yang diperoleh dari Peta Rupa Bumi yang sudah dalam bentuk format digital dengan skala 1:1.000.000 yang diperoleh dari situs Bakosurtanal.
2. Data curah hujan dari stasiun penakar curah hujan bulan Januari 2006 dan 2008 serta data curah hujan dari stasiun cuaca otomatis (AWS) bulan Desember 2009, Januari, dan Februari 2010 yang diperoleh dari BMKG.
3. Data citra satelit MTSAT-1R untuk bulan Desember, Januari, Februari tahun 2005/2006, 2007/2008 dan 2009/2010 yang terdiri dari saluran Infra merah (IR1 dan IR2) dan tabel kalibrasi. Data ini memiliki ukuran 1800 x 1800 pixel dengan resolusi spasial  $0.05^0$  dengan jangkauan luas wilayah  $70^0$  BT –  $160^0$  BT dan  $70^0$  LU –  $20^0$  LS. Sumber pengambilan data ini adalah dari situs Kochi University : [<http://www.weather.is.kochi-u.ac.jp/archive-e.html>].

Tabel 3.1. Jumlah citra yang digunakan

Waktu	IR1/IR2
2006	2113 <i>scene</i>
2008	2151 <i>scene</i>
2010	2147 <i>scene</i>
Jumlah	6411 <i>scene</i>



Gambar 3.2. Contoh hasil keluaran citra MTSAT  
Sumber:[pengolahan data 2011]

## **3.2. Pengolahan Data**

### **3.2.1. Peta Rupa Bumi**

Peta Rupa Bumi yang didapat sudah dalam bentuk format data digital (SHP). Data yang digunakan dalam peta ini adalah batas wilayah Pulau Jawa dan kontur Jawa.

Oleh karena ketinggian Pulau Jawa juga menunjukkan jarak antara daratan dan lautan yang bisa mempengaruhi proses pembentukan awan dan curah hujan maka klasifikasi wilayah ketinggian dibagi menjadi 4 klasifikasi yaitu:

- 0 – 100 m
- 100 – 500 m
- 500 – 1000 m
- > 1000 m

### **3.2.2. Data Citra**

#### **a. Pemotongan Citra**

Cakupan wilayah dari data mentah citra MTSAT yang diperoleh meliputi wilayah Asia-Pasifik. Sedangkan daerah penelitian ini hanya berfokus pada Pulau Jawa. Oleh karena itu, terlebih dahulu data mentah ini akan dipotong sesuai dengan cakupan daerah penelitian pada koordinat  $105^{\circ}\text{BT} - 115^{\circ}\text{BT}$  dan  $5^{\circ}\text{LS} - 9^{\circ}\text{LS}$ . Semua data citra akan dipotong secara otomatis dengan menggunakan program yang dibuat dengan perangkat lunak MATLAB.

#### **b. Konversi Nilai Pixel ke Nilai Suhu Puncak Awan**

Untuk mendapatkan nilai suhu puncak awan, nilai pixel (0-255) yang terdapat dalam citra perlu dikonversikan menggunakan tabel kalibrasi yang telah tersedia. Pengkonversian dilakukan secara otomatis menggunakan program yang telah dibuat dengan perangkat lunak MATLAB.

Tabel 3.2. Nilai kalibrasi suhu puncak awan MTSAT-1R

Nilai Pixel	CAL_IR1 (K)	CAL_1R2 (K)
0	329,94	329,94
1	329,62	329,59
2	329,30	329,24
3	328,99	328,9
4	328,67	328,55
5	328,36	328,20
6	328,04	327,86
7	327,72	327,51
8	327,41	327,16

Sumber: [<http://weather.is.kochi-u.ac.jp/archive-e.html>]

### c. Pemisahan Awan Tinggi

Pemisahan awan tinggi merupakan langkah akhir dari pengolahan citra. Pemisahan awan tinggi menggunakan metode *split window*. Dalam penelitian ini untuk memisahkan awan tinggi, terutama untuk awan cirrus, kanal inframerah yang digunakan adalah IR1 ( $TB_{11}$ ) dan IR2 ( $TB_{12}$ ). Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Bumrungklang, *et all* (2009), untuk memisahkan awan tinggi digunakan formula

$$TB_{11} < 250K \text{ dan } (TB_{11} - TB_{12}) > 1,5 \quad (3.1)$$

dimana:

$TB_{11}$  = suhu puncak awan berdasarkan IR1

$TB_{12}$  = suhu puncak awan berdasarkan IR2

#### d. Estimasi Curah Hujan

Untuk mendapatkan nilai estimasi curah hujan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode GPI yang dikembangkan oleh Arkin dan Meisner (1987).

Metode GPI menggunakan batasan suhu 235 K dengan konstanta curah hujan 3 mm/jam. Persamaan yang digunakan dalam metode ini adalah (Arkin dan Meisner, 1987):

$$R = 3f \Delta t \quad (3.2)$$

dimana:

R = estimasi curah hujan GPI (mm/jam)

f = bagian daerah yang lebih dingin dari 235K

$\Delta t$  = resolusi temporal (dalam penelitian ini  $\Delta t=1$ )

#### e. Akumulasi Curah Hujan

Untuk mendapatkan estimasi curah hujan bulanan dilakukan dengan cara mengakumulasi curah hujan yang didapat pada setiap jam pada bulan tersebut pada tiap grid dengan rumus:

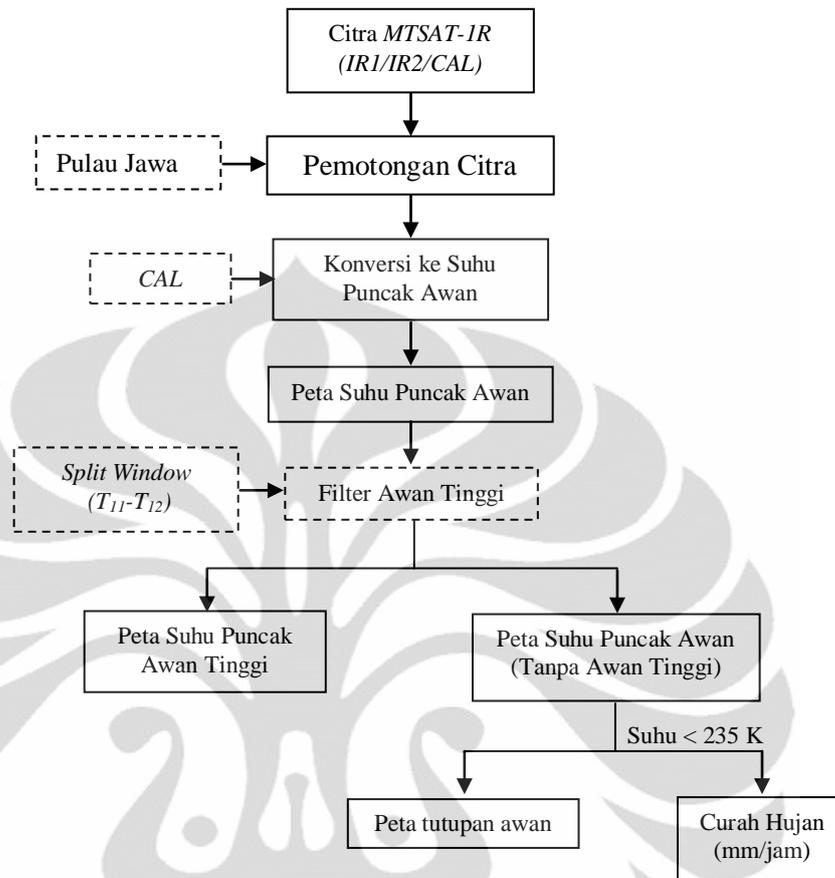
$$CH \text{ bulanan} = \sum CH \text{ harian} \quad (3.3)$$

Dimana:

CH = Estimasi Curah hujan (mm)

Untuk mendapatkan estimasi curah hujan tiap periode penelitian dilakukan dengan cara mencari nilai rata-rata dari curah hujan bulanan pada tiap grid dengan rumus:

$$Ch \text{ rata-rata} = \frac{CH \text{ Desember} + CH \text{ Januari} + CH \text{ Februari}}{3} \quad (3.4)$$



Gambar 3.3. Proses Pengolahan data citra

### 3.3. Analisis Data

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan melalui pendekatan keruangan dengan metode analisis deskriptif untuk mendeskripsikan persebaran curah hujan berdasarkan wilayah ketinggian Jawa dan metode analisis komparatif untuk membandingkan pola curah hujan antar periode normal, El Nino dan La Nina.

## **BAB IV**

### **GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN**

#### **4.1. Letak Daerah Penelitian**

Daerah penelitian hanya meliputi Pulau Jawa (Peta 1), sedangkan Pulau Madura dan pulau-pulau kecil yang berada disekitarnya tidak termasuk dalam daerah penelitian seperti Pulau Seribu, Panaitan, Karimun Jawa, dan pulau-pulau kecil lainnya. Daerah penelitian mencakup 6 Propinsi yaitu Propinsi Banten, D.K.I. Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, D.I. Yogyakarta dan Jawa Timur. Secara astronomis wilayah penelitian terletak antara  $105^{\circ}11'BT - 114^{\circ}36'BT$  dan  $5^{\circ}51'LS - 8^{\circ}46'LS$ , dengan batas-batas sebagai berikut:

Bagian utara	: Laut Jawa
Bagian selatan	: Samudera Hindia
Bagian barat	: Selat Sunda
Bagian timur	: Selat Bali

#### **4.2. Karakteristik Fisik Daerah Penelitian**

##### **4.2.1. Wilayah Ketinggian Pulau Jawa**

Wilayah ketinggian pulau jawa berada pada 0 meter hingga puncaknya mencapai 3676 meter. Dari batas pegunungan di utara ke arah laut bebas (Laut Jawa) Jawa Barat merupakan dataran rendah yang datar dan subur. Sedangkan dari batas pegunungan di selatan ke arah laut bebas (Samudera Hindia) merupakan wilayah yang semakin sempit dekat pantai. Umumnya berpantai curam yang terdiri dari pegunungan yang tidak memiliki gunung berapi.

Wilayah ketinggian Jawa Tengah memiliki rangkaian pegunungan yang memanjang dari barat ke timur. Batas wilayah pegunungan di utara ke Laut Jawa berjarak sekitar 25 km, sedangkan batas wilayah pegunungan di selatan ke Samudera Hindia berjarak 40 km. Sedangkan Jawa Timur, dataran rendahnya di bagian utara lebih lebar daripada bagian selatannya.

Wilayah ketinggian Pulau Jawa dibagi menjadi 4 kelas (Peta 2), yaitu:

- a. Wilayah ketinggian 0 – 100 mdpl

Wilayah ketinggian 0-100 mdpl merupakan dataran rendah. Wilayah ketinggian ini di bagian utara Jawa lebih luas jika dibandingkan dengan

bagian selatan Jawa. Di bagian selatan Jawa, wilayah ketinggian ini umumnya menyempit kecuali di bagian tengah selatan Jawa. Wilayah ketinggian ini memiliki persentase yang paling besar jika dibandingkan dengan wilayah ketinggian lainnya yaitu sekitar 45,41%.

a. Wilayah ketinggian 100 – 500 mdpl

Wilayah ketinggian ini memiliki presentase terbesar kedua setelah wilayah ketinggian 0-100 mdpl yaitu sekitar 29,55%, hampir sepertiga luas Jawa. Umumnya wilayah ini di bagian utara (batas wilayah pegunungan di utara ke Laut Jawa) lebih lebar daripada di bagian selatan, kecuali di Jawa bagian tengah.

b. Wilayah ketinggian 500 – 1000 mdpl

Wilayah ketinggian ini terdapat di bagian tengah dan wilayah ini tidak begitu luas yaitu sekitar 16,24% dari luas Jawa.

c. Wilayah ketinggian > 1000 mdpl

Wilayah ini tidak begitu luas dan terlihat semakin sempit serta terdapat di bagian tengah dengan luas 8,8% dari luas Jawa.

Tabel 4. Persentase Luas Wilayah Ketinggian P. Jawa

No	Ketinggian (m)	Luas (ha)	Persentase (%)
1	0-100	5768089,47	45,41
2	100-500	3754244,98	29,55
3	500-1000	2063406,13	16,24
4	> 1000	1117130,74	8,8

Sumber: Pengolahan data 2011

#### 4.2.1. Fisiografi Pulau Jawa

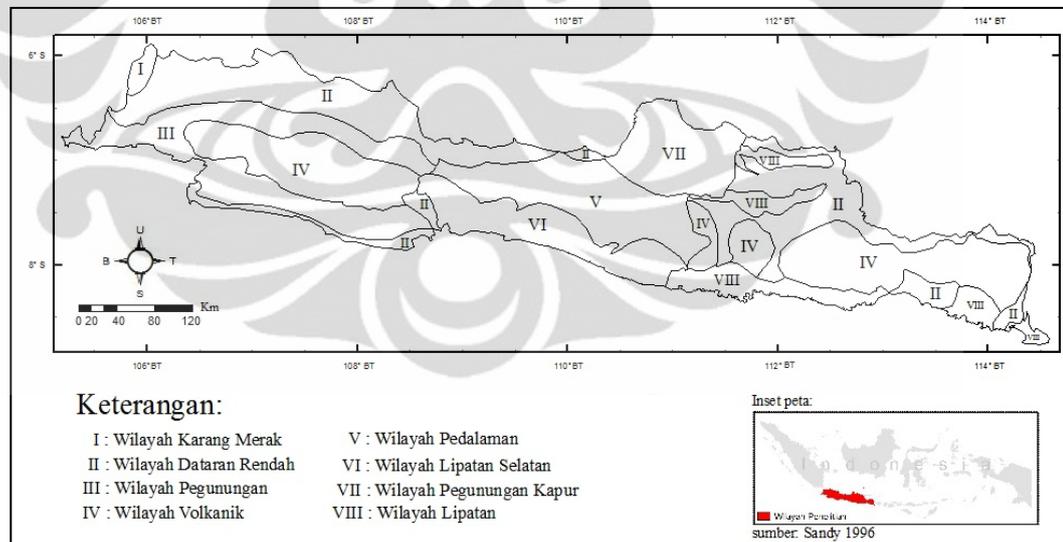
Menurut Sandy (1996) ada empat unsur utama sebagai bentuk medan Pulau Jawa, yaitu:

1. Wilayah lipatan tersier selatan dengan dataran-dataran rendah yang tercakup diantaranya.
2. Wilayah pegunungan tengah yang sebenarnya adalah sebuah depresi, namun akibat tutupan bahan vulkanik, wilayah ini menjadi tinggi.
3. Wilayah lipatan utara.

4. Wilayah dataran aluvial yang terutama terdapat di pesisir utara Jawa Barat.

Di antara wilayah-wilayah fisiografi tersebut, terdapat beberapa bentuk medan yang berbeda dengan bentuk umum wilayah tersebut, contohnya: dataran rendah Grajagan dan Sukamade Lumajang di wilayah lipatan selatan Jawa Timur. Dataran rendah Kedu Selatan dan Lembah Serayu di Jawa Tengah dan Lembah Citanduy di Jawa Barat bagian timur. Dataran rendah yang luas terdapat di daerah pedalaman Jawa Timur. Dataran rendah tidak nampak di pedalaman Jawa Barat. Tetapi sebaliknya dataran rendah yang luas terdapat di utara Jawa Barat, sedangkan di Jawa Tengah dataran rendah utaranya sempit.

Di bagian timur Jawa Tengah dan bagian utara Jawa Timur, dataran yang nampaknya rendah itu sebenarnya adalah sinklinorium atau jejeran beberapa sinklinal dari wilayah lipatan utara, yang di kedua daerah itu sampai ke pantai. Di Jawa Barat sebagian wilayah lipatan utara itu tertutup oleh bahan vulkanik seperti *alluvial fan* Gunung Salak dan Gunung Gede antara Jakarta – Bogor dan endapan vulkanik Tangkuban Perahu di Subang.



Gambar 4. Wilayah fisiografi Pulau Jawa

Sumber: [Sandy, 1982]

#### 4.2.2. Gerakan Angin dan DKAT

Gerakan angin dan DKAT merupakan dua faktor iklim yang berpengaruh besar pada variasi pola curah hujan di Pulau Jawa, baik dalam variasi waktu maupun ruang (Kusratmoko, 1988).

## 1. Gerakan angin

Ada dua gerakan angin utama di Indonesia, yaitu: gerakan angin musim dan gerakan angin setempat.

### a. Gerakan angin musim

Gerakan angin musim terjadi akibat adanya perbedaan tekanan udara pada belahan bumi utara dan selatan akibat adanya perbedaan kedudukan matahari.

Pada bulan Juli, kedudukan matahari berada di belahan bumi utara, merupakan zona dengan tekanan udara paling rendah pada ujung perjalanan paling utara. Pada bulan Januari kedudukan matahari berada di belahan bumi selatan, merupakan zona dengan tekanan udara paling rendah pada ujung perjalanan paling selatan. Akibatnya, angin bergerak dari zona tekanan tinggi ke tekanan rendah sesuai dengan musimnya. Biasanya dikenal dengan nama angin musim barat dan angin musim timur.

Di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa gerakan angin musim secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Pada bulan Januari, angin utara mendominasi bagian utara kepulauan, kemudian setelah melewati equator angin ini menjadi angin barat daya. Bulan Februari, pola aliran tidak berbeda dengan bulan Januari. Bulan Maret, gerakan angin menjadi tidak stabil, tetapi masih sama dengan bulan sebelumnya.
- Pada bulan April, gerakan angin berubah secara ekstrim di bagian timur kepulauan, angin tenggara mulai muncul. Bulan Mei angin tenggara mulai muncul seluruhnya, terutama di Pulau Jawa. Bulan Juni, Juli dan Agustus angin tenggara sudah mendominasi seluruh kepulauan. Puncak kecepatannya bulan Agustus dan turun perlahan bulan September.
- Bulan Oktober gerakan angin mulai tidak stabil dan terjadi perubahan yang ekstrim pada bulan November. Dan menjadi stabil pada bulan Desember.

Di Pulau Jawa, Januari dan Agustus, angin barat dan angin timur memiliki pengaruh yang sangat kuat.

#### b. Gerakan Angin Setempat

Terjadi akibat adanya perbedaan suhu setempat.

- Angin darat atau angin laut terjadi akibat perbedaan suhu permukaan air dan daratan.
- Angin gunung terjadi akibat faktor topografi. Ada perbedaan pemanasan udara antara puncak gunung dan bagian dasar lembah.

Pada daerah pegunungan, gerakan angin ini memiliki pengaruh yang besar terhadap distribusi curah hujan. Bentuk medan akan memaksa udara untuk melintasinya sehingga kemungkinan akan turun hujan.

## 2. DKAT

Jawa terletak pada zona pertemuan dua masa udara yang dimulai di daerah sekitar *Tropic of Cancer* (garis balik utara) dan *Tropic of Capricorn* (garis balik selatan) yang bertemu secara berturut-turut. Pertemuan garis tersebut dikenal dengan istilah Daerah Konvergensi Antar Tropik (DKAT). Kedua masa udara tersebut hangat dan lembab yang diakibatkan oleh banyaknya kandungan uap air. Peningkatan suhu dari masa udara tersebut mendekati khatulistiwa bersamaan dengan penurunan kecepatan menyebabkan masa udara tersebut naik. Oleh karena itu DKAT dicirikan dengan kenaikan udara yang dapat meningkatkan proses konveksi, berawan, dan hujan (Waliser, 2002).

DKAT bukanlah garis yang statis, tapi bergerak sesuai dengan pergerakan posisi matahari (Gambar 2.7). Pada bulan Januari, selama musim panas dibelahan bumi selatan, DKAT melintasi Jawa bagian barat dan dimulai dari Indramayu, kira-kira di atas pesisir utara Jawa Barat bergerak sejajar ke pesisir utara Jawa Timur. Pada bulan Februari, DKAT terletak di selatan Jawa. Pada bulan Maret, DKAT terletak diantara Jawa dan Kalimantan, namun mendekati Kalimantan kemudian akan terus bergerak jauh ke utara Jawa. Jelas bahwa DKAT pada Januari dan Februari merupakan faktor terpenting dalam mempengaruhi iklim Jawa (Sandy, 1982).

## **BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **5.1. Pola Curah Hujan Bulan Desember**

Gambaran mengenai pola curah hujan pada bulan Desember pada periode normal, El Nino dan La Nina dapat dilihat pada peta 3A, 4A dan 5A. Dapat dilihat pada masing-masing peta terdapat perubahan wilayah curah hujan.

Pada bulan Desember 2005 di Jawa bagian barat curah hujan tertinggi terdapat di bagian timur dan pesisir utara bagian timur pada ketinggian 0 – 500 m dengan curah hujan 669 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat juga di pesisir utara bagian barat pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 264 mm. Di Jawa bagian tengah curah hujan tertinggi terdapat di pesisir utara pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 750 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di bagian selatan pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 444 mm. Di Jawa Timur curah hujan tertinggi terdapat di bagian selatan pada ketinggian 500 - 1000 m dengan curah hujan 654 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di ujung timur pada ketinggian 0 - 100 m dengan curah hujan 372 mm (Tabel 5.1.a dan Tabel 5.1 .b).

Pada bulan Desember 2010 yaitu pada periode El Nino di Jawa bagian barat curah hujan tertinggi terdapat di bagian tengah pada ketinggian 100 – 500 m dengan curah hujan 441 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di ujung barat pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 210 mm. Di Jawa bagian tengah curah hujan tertinggi terdapat di bagian tengah pada ketinggian 100 - 500 m dengan curah hujan 423 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di bagian selatan pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 144 mm. Di Jawa Timur curah hujan tertinggi terdapat di bagian tengah pada ketinggian > 1000 m dengan curah hujan 348 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di bagian selatan pada ketinggian 500 - 1000 m dengan curah hujan 120 mm (Tabel 5.2.a dan Tabel 5.2.b).

Pada bulan Desember 2007 yaitu pada periode La Nina, di Jawa bagian barat curah hujan tertinggi terdapat di ujung barat ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 564 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di bagian utara pada ketinggian 100 – 500 m dengan curah hujan 294 mm. Di Jawa bagian tengah

curah hujan tertinggi terdapat di bagian tengah pada ketinggian > 1000 m dengan curah hujan 549 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di pesisir utara dengan curah hujan 273 mm. Di Jawa Timur curah hujan tertinggi terdapat di bagian selatan pada ketinggian 100 – 500 m dengan curah hujan 576 mm , sedangkan curah hujan terendah terdapat di ujung timur pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 228 mm (Tabel 5.1.a dan Tabel 5.1.b).

Tabel 5.1.a. Curah hujan tertinggi pada bulan Desember

Lokasi Grid		Jawa Bagian	Periode	Ketinggian (m)	Arah	Curah Hujan (mm)
X	Y					
108,525	-7,275	barat	normal	100 - 500	timur	669
108,775	-6,875	barat	normal	0 - 100	utara	669
107,275	-6,725	barat	El Nino	100 - 500	tengah	441
105,525	-6,825	barat	La Nina	0 -100	barat	564
105,325	-6,725	barat	La Nina	0 - 100	barat	564
110,725	-6,475	tengah	normal	0 - 100	utara	750
110,975	-6,425	tengah	normal	0 - 100	utara	750
111,025	-6,425	tengah	normal	0 - 100	utara	750
109,075	-7,325	tengah	El Nino	100 - 500	tengah	423
109,225	-7,225	tengah	La Nina	>1000	tengah	549
109,275	-7,225	tengah	La Nina	> 1000	tengah	549
112,825	-8,275	timur	normal	500 - 1000	selatan	654
112,475	-7,825	timur	El Nino	> 1000	tengah	348
112,175	-8,075	timur	La Nina	100 - 500	selatan	576

Sumber: pengolahan data 2011

Tabel 5.1.b. Curah hujan terendah pada bulan Desember

Lokasi Grid		Jawa Bagian	Periode	Ketinggian (m)	Arah	Curah Hujan (mm)
X	Y					
106,625	-6,125	barat	normal	0 - 100	utara	264
105,925	-6,475	barat	El Nino	0 - 100	barat	210
105,825	-6,175	barat	El Nino	0 - 100	barat	210
108,375	-6,775	barat	La Nina	100 - 500	utara	294
110,525	-8,125	tengah	normal	0 - 100	selatan	444
110,675	-8,175	tengah	El Nino	0 - 100	selatan	144
111,625	-6,725	tengah	La Nina	0 - 100	utara	273
114,325	-8,175	timur	normal	0 - 100	timur	372
114,375	-8,125	timur	normal	0 - 100	timur	372
111,625	-8,225	timur	El Nino	500 - 1000	selatan	120
114,175	-7,725	timur	La Nina	0 - 100	timur	228

sumber: pengolahan data 2011

Jika curah hujan dilihat secara keseluruhan pada P. Jawa dapat dilihat bahwa pola curah hujan pada Desember 2005 (Peta 3A) semakin ke arah bagian utara Jawa bagian tengah curah hujan yang diperoleh semakin meningkat, sedangkan pada bulan Desember 2009 (Peta 4A) yaitu periode El Nino pola curah hujan di bagian barat Jawa lebih banyak mendapatkan curah hujan daripada bagian timur Jawa sedangkan pada Desember 2007 (Peta 5A) yaitu pada periode La Nina pola curah hujannya terbalik jika dibandingkan dengan curah hujan pada Desember 2005 yaitu semakin ke selatan Jawa bagian Tengah curah hujan semakin meningkat.

### **5.1. Pola Curah Hujan Bulan Januari**

Untuk gambaran pola curah hujan pada bulan Januari periode normal, El Nino dan La Nina dapat dilihat pada Peta 3B, 4B, dan 5B. Terlihat di dalam peta tersebut terdapat perubahan pada pola curah hujan yang terjadi.

Pada bulan Januari 2006 di Jawa bagian barat curah hujan tertinggi terdapat di bagian tengah pada ketinggian 500 – 1000 m dengan curah hujan 636 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di bagian selatan pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 348 mm. Di Jawa bagian tengah curah hujan tertinggi terdapat di pesisir utara dengan curah hujan 783 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di bagian selatan pada ketinggian 100 – 500 m dengan curah hujan 345 mm. Di Jawa Timur curah hujan tertinggi terdapat di bagian utara pada ketinggian 0 – 100 mm dengan curah hujan 495 mm, sedangkan curah hujan terendah dapat dijumpai di ujung timur dengan curah hujan 273 mm (Tabel 5.2.a dan Tabel 5.2.b).

Pada bulan Januari 2010 yaitu pada periode El Nino, di Jawa bagian barat curah hujan tertinggi dapat dijumpai di pesisir utara dengan curah hujan 582 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di bagian selatan pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 282 mm. Di Jawa bagian tengah curah hujan tertinggi terdapat di bagian utara pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 681 mm, sedangkan curah hujan terendah dijumpai di bagian selatan pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 246 mm. Di Jawa Timur curah hujan tertinggi terdapat di pesisir utara dengan curah hujan 534 mm, sedangkan curah hujan terendah

terdapat di ujung timur pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 186 mm (Tabel 5.2.a dan Tabel 5.2.b).

Pada bulan Januari 2008 yaitu pada periode La Nina, di Jawa bagian barat curah hujan tertinggi terdapat di bagian tengah pada ketinggian 500 – 1000 m dengan curah hujan 516 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di bagian selatan pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 132 mm. Di Jawa bagian tengah curah hujan tertinggi terdapat di pesisir utara dengan curah hujan 507 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di bagian selatan pada ketinggian 100 - 500 m dengan curah hujan 147 mm. Di Jawa Timur curah hujan tertinggi terdapat di pesisir utara dengan curah hujan 372 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di bagian timur pada ketinggian 100 – 500 m dengan curah hujan 108 mm (Tabel 5.2.a dan Tabel 5.2.b).

Tabel 5.2.a Curah hujan tertinggi pada bulan Januari

Lokasi Grid		Jawa Bagian	Periode	Ketinggian (m)	Arah	Curah Hujan (mm)
X	Y					
108,175	-7,125	barat	normal	500 - 1000	tengah	636
107,375	-6,225	barat	El Nino	0 - 100	utara	582
106,925	-6,075	barat	El Nino	0 - 100	utara	582
107,475	-6,725	barat	La Nina	500 - 1000	tengah	516
109,425	-6,975	tengah	normal	0 - 100	utara	783
110,675	-6,575	tengah	El Nino	0 - 100	utara	681
110,725	-6,575	tengah	La Nina	0 - 100	utara	507
111,775	-6,775	timur	normal	0 - 100	utara	495
112,275	-6,925	timur	El Nino	0 - 100	utara	534
111,725	-6,775	timur	La Nina	0 - 100	utara	372

Sumber: pengolahan data 2011

Tabel 5.2.b. Curah hujan terendah pada bulan Januari

Lokasi Grid		Jawa Bagian	Periode	Ketinggian (m)	Arah	Curah Hujan (mm)
X	Y					
106,425	-7,275	barat	normal	0 - 100	selatan	348
106,525	-7,275	barat	El Nino	0 - 100	selatan	282
108,325	-7,775	barat	La Nina	0 - 100	selatan	132
110,825	-8,125	tengah	normal	100 - 500	selatan	345
110,575	-8,125	tengah	El Nino	0 - 100	selatan	246
110,625	-7,925	tengah	La Nina	100 - 500	selatan	147
114,425	-8,025	timur	normal	0 - 100	timur	273
114,225	-7,825	timur	normal	0 - 100	timur	273
114,075	-7,675	timur	El Nino	0 - 100	timur	186
111,525	-8,225	timur	La Nina	100 - 500	timur	108

Sumber: pengolahan data 2011

Jika curah hujan dilihat secara keseluruhan terhadap Jawa bahwa pola curah hujan pada Januari 2006 (Peta 3B) semakin ke arah utara Jawa Tengah curah hujan semakin meningkat, begitu juga dengan pola curah hujan yang terjadi pada Januari 2010 (Peta 4B) dan Januari 2008 (Peta 5B) yaitu pola curah hujannya tidak begitu berbeda dengan periode normal yaitu semakin ke arah utara Jawa Tengah curah hujan semakin meningkat.

## **5.2. Pola Curah Hujan Bulan Februari**

Untuk gambaran pola curah hujan pada bulan Februari periode normal, El Nino dan La Nina dapat dilihat pada Peta 3C, 4C, dan 5C. Dapat dilihat masing-masing peta terdapat perubahan pada pola curah hujan yang terjadi.

Pada bulan Februari 2006 di Jawa bagian barat curah hujan tertinggi dapat dijumpai di bagian timur pada ketinggian 500 – 1000 m dengan curah hujan 414 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di bagian selatan pada ketinggian 0 – 100 mm dengan curah hujan 189 mm. Di Jawa bagian tengah curah hujan tertinggi terdapat di bagian tengah pada ketinggian >1000 m dengan curah hujan 396 mm, sedangkan curah hujan terendah juga terdapat di pesisir utara namun lebih ke arah timurnya lagi dengan curah hujan 186 mm. Di Jawa Timur curah hujan tertinggi terdapat di bagian tengah pada ketinggian 100 – 500 m dengan curah hujan 390 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di ujung timur pada ketinggian 0 – 100 m dan 500 – 1000m dengan curah hujan 129 mm (Tabel 5.3.a dan Tabel 5.3.b).

Pada bulan Februari 2010 yaitu pada periode El Nino, di Jawa bagian barat curah hujan tertinggi terdapat di bagian tengah pada ketinggian > 1000 m dengan curah hujan 531 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di pesisir utara dengan curah hujan 177 mm. Di Jawa bagian tengah curah hujan tertinggi terdapat di bagian tengah pada ketinggian 100 – 500 m dengan curah hujan 528 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di pesisir utara dengan curah hujan 237 mm. Di Jawa Timur curah hujan tertinggi terdapat di bagian tengah pada ketinggian > 1000 m dengan curah hujan 492 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di ujung timur dengan curah hujan 138 mm (Tabel 5.3.a dan Tabel 5.3.b).

Pada bulan Februari 2008 yaitu pada periode La Nina, di Jawa bagian barat curah hujan tertinggi terdapat di pesisir utara dengan curah hujan 651 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di bagian tengah pada ketinggian 100 – 500 m dengan curah 165 mm. Di Jawa bagian tengah curah hujan tertinggi terdapat di bagian utara pada ketinggian 0 – 500 m dengan curah hujan tertinggi 588 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di bagian selatan dengan curah hujan 216 mm. Di Jawa Timur curah hujan tertinggi terdapat di pesisir utara dengan curah hujan 381 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di ujung timur dengan curah hujan 174 mm (Tabel 5.3.a dan Tabel 5.3.b).

Tabel 5.3.a Curah hujan tertinggi pada bulan Februari

Lokasi Grid		Jawa Bagian	Periode	Ketinggian (m)	Arah	Curah Hujan (mm)
X	Y					
108,225	-7,225	barat	normal	500 - 1000	timur	414
107,925	-7,275	barat	El Nino	> 1000	tengah	531
107,075	-5,975	barat	La Nina	0 - 100	utara	651
109,175	-7,225	tengah	normal	> 1000	tengah	396
109,675	-7,325	tengah	El Nino	100 - 500	tengah	528
110,825	-6,425	tengah	La Nina	100 - 500	utara	588
110,925	-6,425	tengah	La Nina	0 - 100	utara	588
111,975	-7,425	timur	normal	100 - 500	tengah	390
111,725	-7,825	timur	El Nino	> 1000	tengah	492
112,425	-6,875	timur	La Nina	0 - 100	utara	381

Sumber: pengolahan data 2011

Tabel 5.3.b Curah hujan terendah pada bulan Februari

Lokasi Grid		Jawa Bagian	Periode	Ketinggian (m)	Arah	Curah Hujan (mm)
X	Y					
108,175	-7,775	barat	normal	0 - 100	selatan	189
108,275	-6,275	barat	El Nino	0 - 100	utara	177
106,775	-6,825	barat	La Nina	100 - 500	tengah	165
111,575	-6,725	tengah	normal	0 - 100	utara	186
111,675	-6,725	tengah	El Nino	0 - 100	utara	237
111,275	-7,825	tengah	La Nina	100 - 500	selatan	216
110,925	-7,775	tengah	La Nina	100 - 500	selatan	216
114,525	-8,775	timur	normal	0 - 100	timur	129
114,375	-7,825	timur	normal	500 - 1000	timur	129
114,425	-7,825	timur	normal	0 - 100	timur	129
114,525	-8,775	timur	El Nino	0 - 100	timur	138
114,075	-7,625	timur	La Nina	0 - 100	timur	174

Sumber: Pengolahan data 2011

Jika curah hujan dilihat secara keseluruhan pada P. Jawa dapat dilihat bahwa pola curah hujan pada Februari 2006 (Peta 3C) semakin ke arah bagian tengah curah hujan yang diperoleh semakin meningkat, begitu juga dengan curah hujan yang diperoleh pada Februari 2010 (Peta 4C) yaitu semakin ke arah bagian tengah curah hujan yang diperoleh semakin meningkat sedangkan pada bulan Februari 2008 (Peta 5C) yaitu periode La Nina pola curah hujan yang terjadi adalah semakin ke arah utara Jawa bagian barat dan tengah curah hujan yang diperoleh semakin meningkat.

### **5.3. Pola Curah Hujan Pada Tiap Periode**

Analisis mengenai gambaran pola curah hujan pada tiap periode yaitu periode normal, El Nino dan La Nina dapat dilihat pada Peta 6A, 6B dan 6C yang merupakan hasil rata-rata nilai curah hujan dalam waktu 3 bulan yaitu bulan Desember, Januari dan Februari dari tiap periode penelitian. Berdasarkan hasil rata-rata tersebut dapat dilihat terdapat beberapa perubahan pola curah hujan pada beberapa wilayah.

Pada periode normal, dapat dilihat pada Peta 6A, bahwa di Jawa bagian barat rata-rata curah hujan tertinggi dapat dijumpai di bagian timur yang terletak pada ketinggian 100 - 500 m dengan curah hujan 551 mm, sedangkan rata-rata curah hujan terendah terdapat di ujung barat dengan curah hujan 304 mm. Di Jawa bagian tengah rata-rata curah hujan tertinggi terdapat di bagian utara pada ketinggian 100 – 500 m dengan curah hujan 616 mm, sedangkan rata-rata curah hujan terendah dapat dijumpai di bagian selatan pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 345 mm. Di Jawa Timur rata-rata curah hujan tertinggi terdapat di bagian barat pada ketinggian 500 – 1000 mm dengan curah hujan 460mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di ujung timur bagian selatan dengan curah hujan 273 mm (Tabel 5.4.a dan Tabel 5.4.b).

Pada periode El Nino yaitu pada tahun 2007/2008, dapat dilihat pada peta 6B, bahwa di Jawa bagian barat curah hujan tertinggi diperoleh di bagian tengah pada ketinggian 500 hingga diatas 1000 m dengan curah hujan 471 mm, sedangkan rata-rata curah hujan terendah diperoleh di bagian utara pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 273 mm. Di Jawa bagian tengah rata-

rata curah hujan tertinggi terdapat di bagian tengah pada ketinggian > 1000 m dengan curah hujan 501 mm, sedangkan rata-rata curah hujan terendah terdapat di bagian tenggara pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 242 mm. Di Jawa Timur rata-rata curah hujan tertinggi terdapat di bagian tengah pada ketinggian > 1000 m dengan curah hujan 432 mm, sedangkan rata-rata curah hujan terendah terdapat di ujung timur bagian selatan dengan curah hujan 165 mm (Tabel 5.4.a dan Tabel 5.4.b).

Pada periode La Nina, dapat dilihat pada Peta 6C, di Jawa bagian barat rata-rata curah hujan tertinggi terdapat di pesisir utara dengan curah hujan 483 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di bagian tengah pada ketinggian 500 – 1000 mm dengan curah hujan 264 mm. Di Jawa bagian tengah rata-rata curah hujan tertinggi terdapat di pesisir utara dengan curah hujan 491 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di bagian timur pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 290 mm. Di Jawa Timur curah hujan tertinggi terdapat di bagian tengah pada ketinggian 100 – 500 m dengan curah hujan 358 mm, sedangkan curah hujan terendah terdapat di ujung timur bagian utara pada ketinggian 0 – 100 m dengan curah hujan 212 mm (Tabel 5.4.a dan Tabel 5.4.b).

Tabel 5.4.a Rata-rata curah hujan tertinggi

Lokasi Grid		Jawa Bagian	Periode	Ketinggian (m)	Arah	Curah Hujan (mm)
X	Y					
108,575	-7,125	barat	normal	100 - 500	timur	551
109,675	-7,025	tengah	normal	100 - 500	utara	616
111,675	-7,675	timur	normal	500 - 1000	tengah	460
107,425	-6,725	barat	elnino	500 - 1000	tengah	471
107,375	-6,675	barat	elnino	100 - 500	tengah	471
109,775	-7,125	tengah	elnino	> 1000	tengah	501
109,825	-7,125	tengah	elnino	>1000	tengah	501
112,475	-7,825	timur	elnino	> 1000	tengah	432
108,325	-6,275	barat	lanina	0 - 100	utara	483
109,725	-6,875	tengah	lanina	0 -100	utara	491
112,125	-7,975	timur	lanina	100 - 500	tengah	358

Sumber: pengolahan data 2011

Tabel 5.4.b Rata-rata curah hujan terendah

Lokasi Grid		Jawa Bagian	Periode	Ketinggian (m)	Arah	Curah Hujan (mm)
X	Y					
105,875	-6,125	barat	normal	0 - 100	barat	304
110,825	-8,125	tengah	normal	100 - 500	selatan	345
114,525	-8,775	timur	normal	0 - 100	timur	273
108,325	-6,525	barat	elnino	0 - 100	utara	273
110,675	-8,175	tengah	elnino	0 - 100	selatan	242
114,525	-8,775	timur	elnino	0 - 100	timur	165
106,775	-6,825	barat	lanina	500 – 1000	tengah	264
111,575	-7,125	tengah	lanina	0 - 100	timur	290
114,175	-7,725	timur	lanina	0 - 100	timur	212

Sumber: pengolahan data 2011

Jika curah hujan dilihat secara keseluruhan pada P. Jawa pada periode normal (Peta 6A dan Tabel 5.4.a) dapat dilihat bahwa pola curah hujan yang terjadi yaitu semakin ke arah utara Jawa curah hujan yang terjadi semakin meningkat, terutama pada ketinggian 100 – 500 m di utara Jawa bagian tengah. Sedangkan pada periode El Nino (Peta 6B dan Tabel 5.4.a) dapat dilihat bahwa semakin ke arah bagian tengah Jawa curah hujan yang diperoleh semakin meningkat, terutama pada ketinggian 500 hingga di atas 1000 m. Hal ini mungkin diakibatkan karena pada periode El Nino penguapan yang terjadi pada ketinggian 0 – 100 m lebih sedikit, sehingga untuk menghasilkan awan yang berpotensi hujan maka awan-awan tersebut perlu menaiki punggung pegunungan sehingga suhu awan tersebut akan menjadi turun dan akan berpotensi untuk menurunkan hujan. Sedangkan pada periode La Nina (Peta 6C dan Tabel 5.4.a) dapat dilihat bahwa pola curah hujan yang terjadi adalah semakin ke arah utara Jawa, terutama pada ketinggian 0 – 100 m curah hujan semakin meningkat. Hal ini terjadi mungkin diakibatkan karena pada periode La Nina penguapan pada ketinggian tersebut meningkat dan dengan adanya DKAT penguapan pada ketinggian tersebut semakin meningkat dan memungkinkan terjadinya proses konveksi yang kuat juga semakin meningkat sehingga awan-awan penghasil hujan memiliki suhu yang cukup dingin untuk menurunkan hujan pada ketinggian tersebut.

### 5.5. Akurasi Curah Hujan Lapangan Dengan Satelit

Setelah mendapatkan nilai curah hujan estimasi (curah hujan bulanan yang didapatkan berdasarkan suhu puncak awan MTSAT), maka perlu dilakukan komparasi dengan curah hujan terukur (data curah hujan yang diperoleh dari BMKG). Untuk melihat tingkat akurasi, data dari BMKG tidak diinterpolasi karena jumlahnya yang sedikit dan tidak tersebar secara merata sehingga komparasi data dilakukan dengan grid-grid yang terdapat pada citra dengan titik koordinat lokasi stasiun penakar curah hujan.

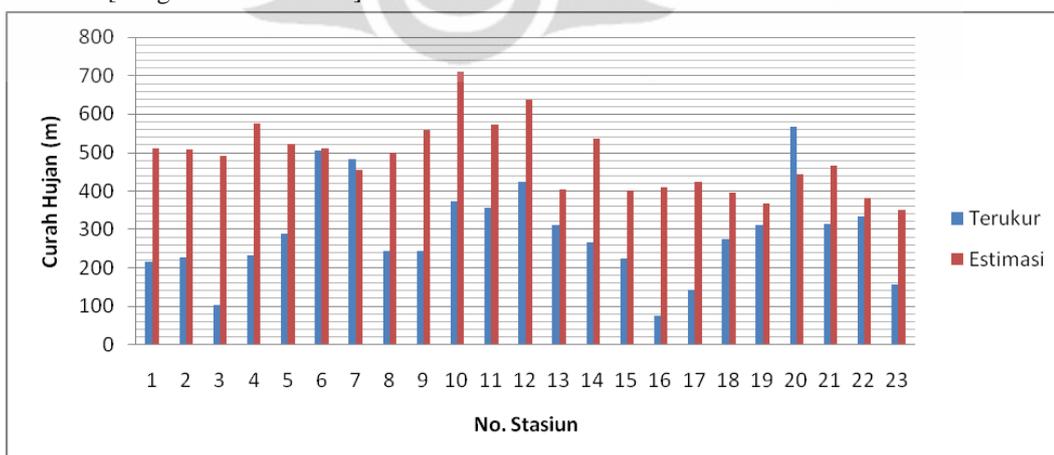
Data curah hujan terukur yang akan digunakan untuk komparasi curah hujan estimasi pada periode normal dan La Nina adalah hanya bulan Januari. Karena data curah hujan terukur untuk periode normal dan La Nina masih menggunakan alat penakar curah hujan manual, sehingga memiliki kemungkinan kualitas data curah hujan yang secara temporal masih buruk. Sedangkan untuk komparasi curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi pada periode El Nino menggunakan data curah hujan Desember, Januari dan Februari. Hal ini dikarenakan data curah hujan untuk periode El Nino adalah data dari stasiun cuaca otomatis (AWS) yang sudah memiliki catatan data yang terekam secara otomatis setiap harinya sehingga kemungkinan memiliki kualitas data temporal yang baik.

Berdasarkan hasil pengolahan data, dapat dijelaskan bahwa pada bulan Januari 2006 pada periode normal dari hasil perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi didapatkan rata-rata persentase tingkat keakuratannya sekitar 58,19%. Tingkat akurasi yang paling rendah diperoleh oleh stasiun curah hujan Madiun dengan tingkat akurasi 18,25%. Nilai curah hujan estimasi terlalu tinggi jika dibandingkan dengan curah hujan terukur, hal ini dikarenakan data curah hujan terukur memiliki beberapa catatan data curah hujan harian yang rusak/tidak tercatat. Sehingga sulit untuk mendeskripsikan kaitan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi yang diperoleh. Untuk tingkat akurasi yang tinggi diperoleh di stasiun curah hujan Citeko dengan tingkat akurasi 98,9%, hampir mendekati nilai sebenarnya. Nilai perbandingan curah hujan yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Gambar 5.1.

Tabel 5.5. Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Januari 2006

No	Stasiun Curah Hujan	Titik Koordinat		Curah Hujan (mm)		akurasi (%)
		X	Y	Terukur	Estimasi	
1	Ciledug	106,836	-6,183	217	510	42,45
2	Serang	106,133	-6,117	226	507	44,60
3	Curug	106,650	-6,233	105	492	21,28
4	Tanjung Priok	106,867	-6,100	232	576	40,23
5	Soekarno Hatta	106,650	-6,117	289	522	55,44
6	Citeko	106,850	-6,700	504	510	98,90
7	Dermaga	106,750	-6,500	482	456	94,61
8	Bandung	107,600	-6,883	243	501	48,48
9	Jatiwangi	108,267	-6,750	243	558	43,62
10	Tegal	109,150	-6,850	375	711	52,70
11	Tasikmalaya	108,250	-7,333	356	573	62,13
12	Semarang Klimat	110,417	-6,967	425	636	66,82
13	Cilacap	109,017	-7,733	312	405	77,11
14	Yogyakarta	110,433	-7,783	266	537	49,53
15	Pacitan	111,050	-8,200	225	402	55,97
16	Madiun	111,517	-7,617	75	411	18,25
17	Surabaya/Perak	112,717	-7,217	144	423	33,95
18	Suarabaya/Juanda	112,767	-7,367	276	396	69,72
19	Karang Ploso Malang	113,383	-7,750	312	369	84,63
20	Tretes	112,635	-7,704	568	444	78,17
21	Malang	112,700	-7,967	315	465	67,74
22	Karang Kates	112,453	-8,158	333	381	87,45
23	Banyuwangi	114,383	-8,217	156	351	44,47
Rata-Rata						58,19

Sumber: [Pengolahan data 2011]



Gambar 5.1. Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Januari 2006

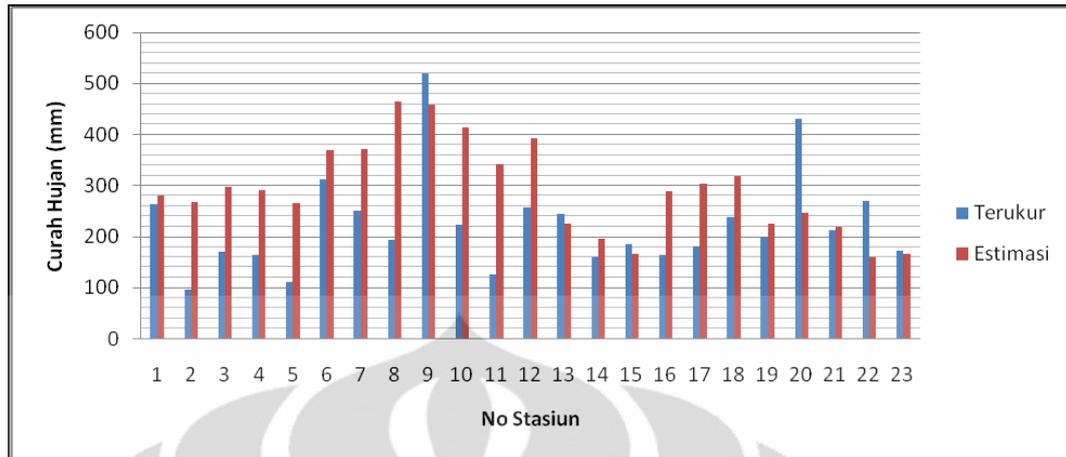
Sumber:[pengolahan data 2011]

Berdasarkan 23 data stasiun curah hujan untuk bulan Januari 2008, juga diperoleh data curah hujan yang memiliki kualitas temporalnya yang kurang bagus. Namun, berdasarkan data curah hujan yang ada, dapat disimpulkan bahwa tingkat keakuratan rata-rata curah hujan estimasi adalah sebesar 68,4%. Untuk tingkat akurasi yang paling rendah diperoleh di stasiun curah hujan Serang dengan tingkat akurasi 35,6%. Sedangkan tingkat akurasi yang paling tinggi diperoleh di stasiun curah hujan Banyuwangi dengan tingkat akurasi 95,8%. Untuk melihat lebih detail mengenai hubungan curah hujan estimasi dan curah hujan terukur pada periode ini dapat dilihat pada Tabel 5.6 dan Gambar 5.2.

Tabel 5.6. Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Januari 2008

No	Stasiun Curah Hujan	Titik Koordinat		Curah Hujan (mm)		akurasi (%)
		X	Y	Terukur	Estimasi	
1	Ciledug	106,836	-6,183	262,10	279	93,9
2	Serang	106,133	-6,117	95,00	267	35,6
3	Curug	106,650	-6,233	168,90	297	56,9
4	Tanjung Priok	106,867	-6,100	164,30	291	56,5
5	Soekarno Hatta	106,650	-6,117	109,40	264	41,4
6	Citeko	106,850	-6,700	312,70	369	84,7
7	Dermaga	106,750	-6,500	249,40	372	67,0
8	Bandung	107,600	-6,883	192,50	465	41,4
9	Jatiwangi	108,267	-6,750	520,20	459	88,2
10	Tegal	109,150	-6,850	223,30	414	53,9
11	Tasikmalaya	108,250	-7,333	126,00	342	36,8
12	Semarang Klimat	110,417	-6,967	256,80	393	65,3
13	Cilacap	109,017	-7,733	243,40	225	92,4
14	Yogyakarta	110,433	-7,783	158,50	195	81,3
15	Pacitan	111,050	-8,200	185,10	165	89,1
16	Madiun	111,517	-7,617	163,00	288	56,6
17	Surabaya/Perak	112,717	-7,217	180,60	303	59,6
18	Suarabaya/Juanda	112,767	-7,367	237,80	318	74,8
19	Karang Ploso Malang	113,383	-7,750	198,00	225	88,0
20	Tretes	112,635	-7,704	429,70	246	57,2
21	Malang	112,700	-7,967	213,00	219	97,3
22	Karang Kates	112,453	-8,158	269,00	159	59,1
23	Banyuwangi	114,383	-8,217	172,20	165	95,8
Rata - rata						68,4

Sumber:[pengolahan data 2011]



Gambar 5.2. Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Januari 2008

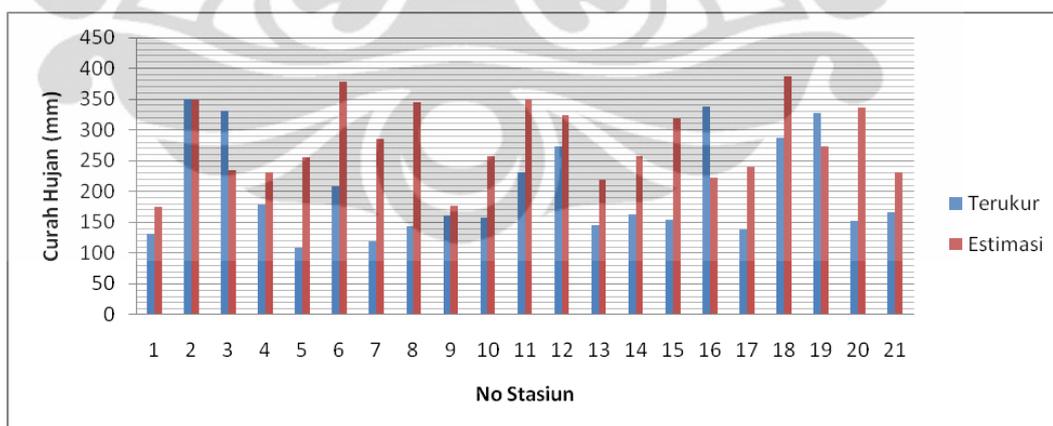
Sumber:[pengolahan data 2011]

Untuk Desember 2009, rata-rata tingkat keakuratan curah hujan estimasi berdasarkan perbandingan 21 titik sampel curah hujan didapatkan sekitar 66%. Rata-rata nilai curah hujan estimasi lebih tinggi dibandingkan dengan curah hujan terukur. Tingkat akurasi yang paling rendah diperoleh pada stasiun curah hujan ARG Jakarta Utara dan ARG Kerawang dengan tingkat akurasi 42% dengan nilai curah hujan terukur dari stasiun curah hujan tersebut adalah 119,4 mm dan 144 mm, sedangkan nilai curah hujan estimasi adalah 285 mm dan 345 mm. Untuk tingkat akurasi curah hujan yang paling tinggi diperoleh pada stasiun curah hujan ARG Banjar Negara dengan tingkat akurasi 99% dengan nilai curah hujan terukur yang diperoleh adalah 350 mm dan nilai curah hujan estimasi adalah 348 mm. Untuk melihat tingkat perbandingan akurasi curah hujan pada stasiun lain dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan Gambar 5.3.

Tabel 5.7. Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Desember 2009

No	Stasiun Curah Hujan	Titik Koordinat		Curah Hujan (mm)		akurasi (%)
		X	Y	Terukur	Estimasi	
1	ARG Bandung	107,903	-7,376	131	175	75
2	ARG Banjar negara	109,696	-7,397	350	348	99
3	ARG Banyuwangi	113,971	-8,289	331,8	234	71
4	ARG Blora	111,414	-7,194	178,4	231	77
5	ARG Bojonegoro	111,884	-7,153	107,7	255	42
6	ARG Cianjur	107,128	-6,822	208,2	378	55
7	ARG Jakarta Utara	106,914	-6,167	119,4	285	42
8	ARG Kerawang	107,286	-6,306	144	345	42
9	ARG Magetan	111,302	-7,652	160,8	177	91
10	ARG Malang	112,904	-8,162	157	258	61
11	Brebes	108,918	-7,214	230,8	351	66
12	Cilacap	108,797	-7,490	272,8	324	84
13	Grobongan	110,803	-7,017	144,6	219	66
14	Lamongan	112,327	-7,093	162,8	258	63
15	Lebak	106,192	-6,510	154	318	48
16	Pandeglang	105,835	-6,380	338,6	222	66
17	Pati	111,146	-6,721	137,8	240	57
18	Pekalongan	109,587	-7,104	288	387	74
19	Semarang	110,414	-7,111	326,6	273	84
20	sukabumi	106,476	-6,959	153,2	336	46
21	sumedang	107,949	-6,815	165,6	231	72
rata-rata				203,0	278,3	66

Sumber:[pengolahan data 2011]



Gambar 5.3. Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Desember 2009

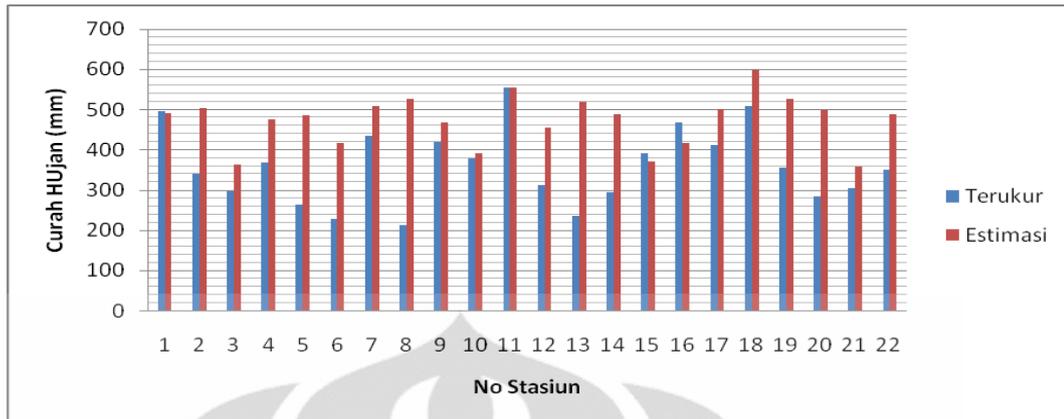
Sumber:[pengolahan data 2011]

Untuk tingkat akurasi curah hujan pada Januari 2010, memiliki rata-rata tingkat keakuratan 75%. Tingkat keakuratan paling rendah diperoleh pada stasiun curah hujan Grobongan dengan nilai 46% dengan perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi adalah 237,6 mm dan 519mm. Sedangkan tingkat keakuratan curah hujan paling tinggi diperoleh pada stasiun curah hujan Brebes dengan nilai 100% dengan curah hujan terukur 554 mm dan curah hujan estimasi 555 mm. Selain itu, pada stasiun curah hujan Bandung juga diperoleh tingkat keakuratan curah hujan yang tinggi yaitu 99%. Untuk melihat lebih detail mengenai perbandingan curah hujan estimasi dengan curah hujan terukur dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Gambar 5.4.

Tabel 5.8. Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Januari 2010

No	Stasiun Curah Hujan	Titik Koordinat		Curah Hujan (mm)		akurasi (%)
		X	Y	Terukur	Estimasi	
1	ARG Bandung	107,903	-7,376	497	492	99
2	ARG Banjar negara	109,696	-7,397	341,6	504	68
3	ARG Banyuwangi	113,971	-8,289	296,6	363	82
4	ARG Blora	111,414	-7,194	368,6	477	77
5	ARG Bojonegoro	111,884	-7,153	263,8	486	54
6	ARG Cianjur	107,128	-6,822	229,2	417	55
7	ARG Jakarta Utara	106,914	-6,167	434	510	85
8	ARG Kerawang	107,286	-6,306	213,2	528	40
9	ARG Magetan	111,302	-7,652	418,8	468	89
10	ARG Malang	112,904	-8,162	379,6	393	97
11	Brebes	108,918	-7,214	554	555	100
12	Cilacap	108,797	-7,490	312,2	456	68
13	Grobongan	110,803	-7,017	237,6	519	46
14	Lamongan	112,327	-7,093	295	489	60
15	Lebak	106,192	-6,510	390,8	372	95
16	Pandeglang	105,835	-6,380	468,4	417	89
17	Pati	111,146	-6,721	413	501	82
18	Pekalongan	109,587	-7,104	508,4	597	85
19	Semarang	110,414	-7,111	357,2	528	68
20	Bandung	107,589	-6,885	284,5	498	57
21	sukabumi	106,476	-6,959	306,4	360	85
22	sumedang	107,949	-6,815	351,4	489	72
rata-rata				360,1	473,6	75

Sumber:[pengolahan data 2011]



Gambar 5.4. Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Januari 2010

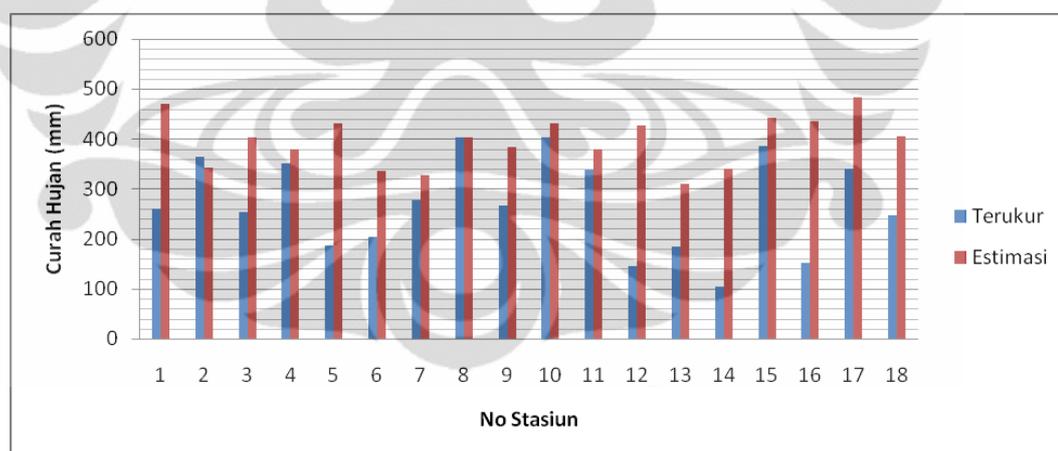
Sumber:[pengolahan data 2011]

Untuk tingkat akurasi curah hujan pada Februari 2010, memiliki rata-rata keakuratan 68%. Tingkat keakuratan paling rendah diperoleh pada stasiun curah hujan Pekalongan yang terletak di utara Jawa Tengah dengan tingkat akurasi 30% dengan curah hujan terukur adalah 103,2 mm sedangkan curah hujan estimasi adalah 339 mm. Tingkat akurasi curah hujan yang paling tinggi terdapat di stasiun ARG Malang dengan tingkat akurasi 100% dengan nilai curah hujan terukur adalah 403,8 mm dan curah hujan estimasi 402 mm.

Tabel 5.9. Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Februari 2010

No	Stasiun Curah Hujan	Titik Koordinat		Curah Hujan (mm)		akurasi (%)
		X	Y	Terukur	Estimasi	
1	ARG Banjar negara	109,696	-7,397	260,2	471	55
2	ARG Banyuwangi	113,971	-8,289	363,4	342	94
3	ARG Bojonegoro	111,884	-7,153	252,4	402	63
4	ARG Cianjur	107,128	-6,822	350,4	378	93
5	ARG Jakarta Utara	106,914	-6,167	186,4	432	43
6	ARG Kerawang	107,286	-6,306	203,8	336	61
7	ARG Magetan	111,302	-7,652	278	327	85
8	ARG Malang	112,904	-8,162	403,8	402	100
9	Brebes	108,918	-7,214	266,6	384	69
10	Cilacap	108,797	-7,490	403,4	432	93
11	Grobongan	110,803	-7,017	337,6	378	89
12	Lamongan	112,327	-7,093	144,4	426	34
13	Lebak	106,192	-6,510	183,8	309	59
14	Pekalongan	109,587	-7,104	103,2	339	30
15	Semarang	110,414	-7,111	386,2	441	88
16	Bandung	107,589	-6,885	151,8	435	35
17	sukabumi	106,476	-6,959	339,5	483	70
18	sumedang	107,949	-6,815	246,2	405	61
rata-rata				270	396	68

Sumber:[pengolahan data 2011]



Gambar 5.5. Perbandingan curah hujan terukur dengan curah hujan estimasi bulan Februari 2010

Sumber:[pengolahan data 2011]

Berdasarkan hasil perbandingan curah hujan estimasi dengan curah hujan terukur terlihat bahwa terdapat beberapa titik lokasi pada tiap grid citra memiliki nilai yang hampir sama dengan nilai curah hujan pada titik lokasi stasiun penakar curah hujan. Namun pada beberapa titik juga terlihat bahwa curah hujan estimasi memiliki nilai yang terlalu tinggi dibandingkan dengan nilai curah hujan terukur. Hal ini bisa terjadi akibat beberapa faktor, diantaranya adalah awan yang terekam oleh satelit belum tentu akan jatuh sebagai hujan tepat pada alat stasiun penakar curah hujan yang ada sehingga nilai curah hujan estimasi akan memiliki nilai yang lebih tinggi. Kemudian metode dalam penelitian ini masih memiliki kelemahan seperti mengakumulasi nilai curah hujan yang diperoleh dari satelit setiap jam, namun pada kenyataannya mungkin saja hujan yang turun hanya 1-2 jam, oleh karena itu, untuk ke depannya perlu dilakukan pengembangan metode estimasi curah hujan yang lebih baik agar hasilnya juga lebih akurat. Selain itu, terdapat beberapa data curah hujan dari stasiun penakar curah hujan yang rusak ataupun yang tidak tercatat sehingga membuat data curah hujan terukur memiliki nilai curah hujan yang lebih rendah.

## **BAB VI KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada tiap periode, pola curah hujan yang terjadi menunjukkan pola yang berbeda dimana pada periode normal curah hujan yang tinggi tersebar pada ketinggian 100 – 1000 m, pada periode El Nino yaitu ketika suhu permukaan laut menjadi lebih dingin dari pada periode normal pembentukan awan untuk menjadi curah hujan memerlukan faktor jarak, ketinggian dan kelerengan, sehingga curah hujan yang tinggi lebih tersebar pada ketinggian 100 hingga diatas 1000 m dan pada periode La Nina yaitu ketika suhu permukaan laut menjadi lebih hangat dari pada periode normal pembentukan curah hujan lebih cenderung terjadi di daratan yang lebih rendah, sehingga curah hujan yang tinggi tersebar pada ketinggian 0 – 500 m. Namun, pola curah hujan tersebut menunjukkan lebih terkonsentrasi di bagian utara Jawa, terutama di Jawa bagian tengah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ackerman, S., A. 1996. Global Satellite Observations of Negative Brightness Temperature Differences Between 11 and 6,7  $\mu\text{m}$ . *Journal of The Atmospheric Sciences* Vol. 53 No.19
- Ahrens, C. D. 2007. *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment* (8th ed). Belmont, USA: Thomson Brooks/Cole.
- Aldrian, E. 2003. *Dissertation: Simulation of Indonesian Rainfall With a Hierarchy of Climate Models*. Jerman: Max-Planck-Institut für Meteorologie
- Arkin, P., A. dan Meisner, B., N. 1987. *Relationship between Large-Scale Convective Rainfall and Cold Cloud over the Western Hemisphere during 1982-84*. *Monthly Weather Review* Vol 115 January 1987
- As-syakur, A., R. 2010. Pola Spasial Pengaruh Kejadian La Nina Terhadap Curah Hujan di Indonesia Tahun 1998/1999; Observasi Menggunakan Data TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA) 3B43. Makalah dipresentasikan pada PIT XVII dan MAPIN V di IPB, Bogor.
- Ba, M. 2008. *An Overview of Satellite-Based Rainfall Techniques*. Presented at Sixth NOAA-CREST Symposium, Mayagüez, Puerto Rico.
- Barret, E., C. 1970. *The Estimation of Monthly Rainfall From Satellite Data*. *Monthly Weather Review*. Vol. 98 No. 4 1970.
- Bumrungrklang, P., *et al.* 2010. *An Analysis of Seasonal Thunderstrom Cloud Distribution And Its Relation to Rainfall Occurance In Thailand Using Remotely Sensed Data*. *Suranaree J. Sci. Technol.* Vol.17 No. 1, 71-86.
- Ebert, B. 2003. *Rainfall estimation From Satellite Data*. Presented at Satellite Applications Workshop.
- Harijono, S., W., B. 2008. *Dinamika Atmosfer Di Bagian Utara Ekuator Sumatera Pada Saat Peristiwa El-Nino Dan Dipole Mode Positif Terjadi Bersamaan*. *Jurnal Sains Dirgantara* Vol. 5 No. 2 juni 2008:130-148.
- Hidayah, T. 2008. *Skripsi: Estimasi Curah Hujan Menggunakan Citra Satelit MTSAT Dengan Metode GPI di Wilayah Jabodetabek*. Jakarta: FMIPA UNJ

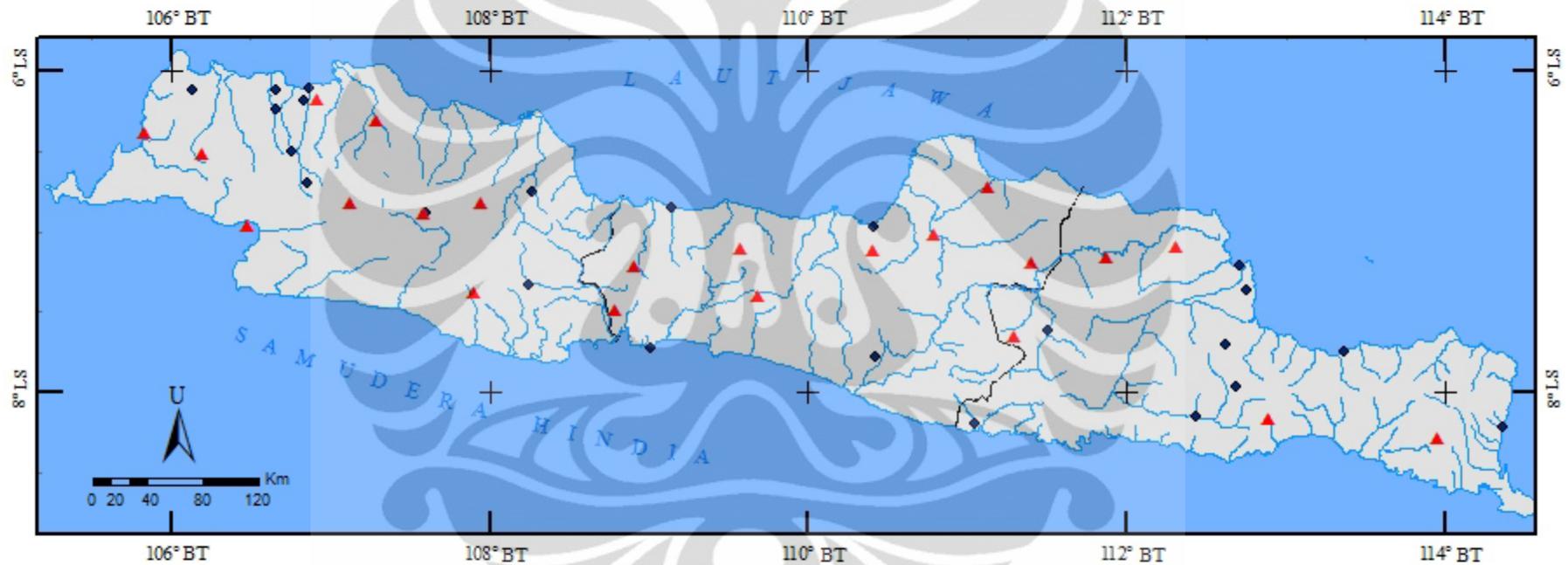
- Juaeni, I., et al. 2006. *Periode Curah Hujan Dominan Dan Hubungannya Dengan Topografi*. Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca, UPT Hujan Buatan BPPT, 7, No.2, 2006.
- König, M. 2006. *From Image to Products*. Paper presented at Virtual Lecture High Profile Training Event (HPTE) Meteorology Satellite untuk Regional V (Asia-Pasifik).
- Kusratmoko, E. 1988. *Skripsi: Distribusi Curah Hujan Pada Wilayah Pegunungan di Pulau Jawa*. Depok: Jurusan Geografi FMIPA.
- Purwadhi, F.S.H., Sanjoto, T.B. 2008. *Pengantar interpretasi penginderaan jauh*. Indonesia: Lapan dan Universitas Negeri Semarang
- Sandy I, M. 1982. *A preliminary Statistical Investigation On The Rainfall of Java*. Publication No. 82, Dit. Tata Guna Tanah, Dept. Dalam Negeri, Jakarta
- Sandy I, M. 1987. *Iklm Regional Indonesia*. Jakarta: Jurusan Geografi-FMIPA UI
- Sandy I, M. 1996. *Geografi Regional Republik Indonesia*. Jakarta: Jurusan Geografi- FMIPA UI
- Saw, B. L. 2005. *Thesis: Infrared And Passive Microwave Satellite Rainfall Estimate Over Tropics*. Columbia: Faculty of the Graduate School University of Missouri
- Trewartha, G. T, dan Horn, L. H. 1980. *Pengantar Iklim* (5th ed) (Andani, S., Penerjemah). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Waliser, D., E. 2002. *Tropical Meteorology/Intertropical Convergence Zone*. State University of New York, USA: Elsevier Science Ltd.



**LAMPIRAN**

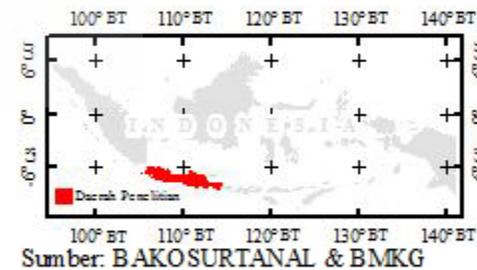
# Daerah Penelitian Pulau Jawa

Peta 1



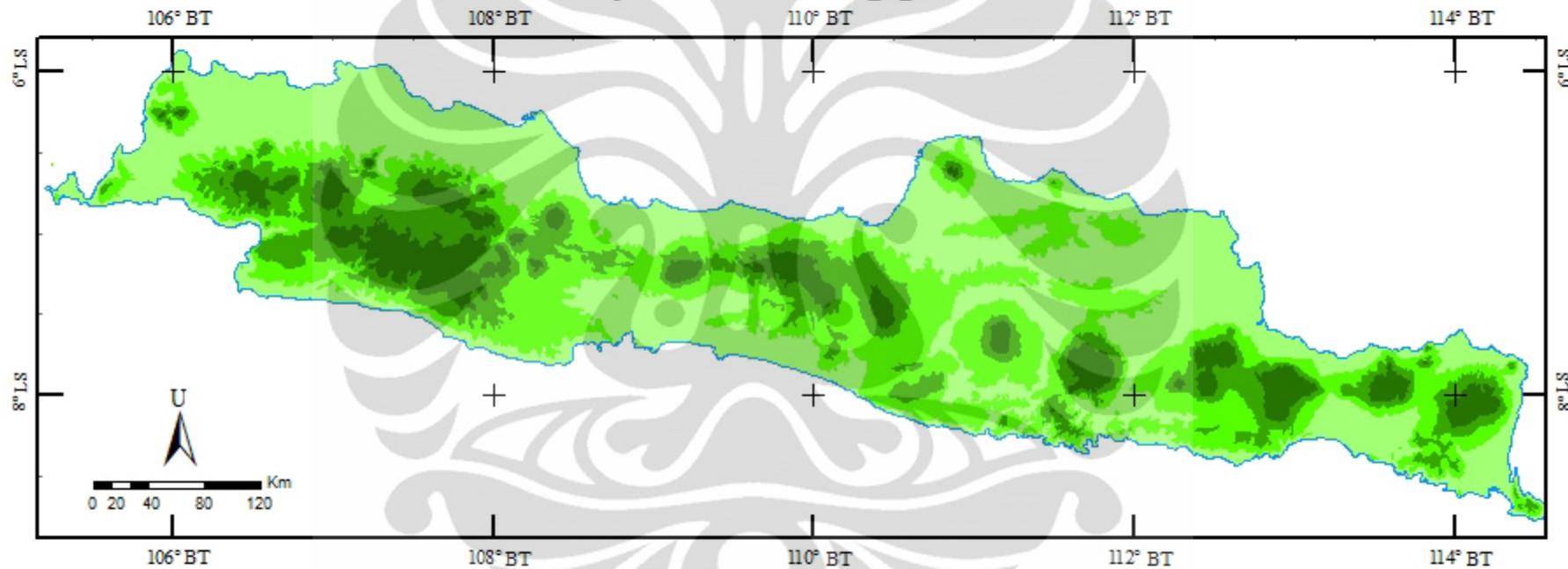
## Keterangan:

- Garis pantai
- Jaringan sungai
- - - - - Batas propinsi
- ▲ Stasiun cuaca otomatis
- ◆ Stasiun curah hujan



# Wilayah Ketinggian Jawa

Peta 2



Keterangan:

— Garis pantai

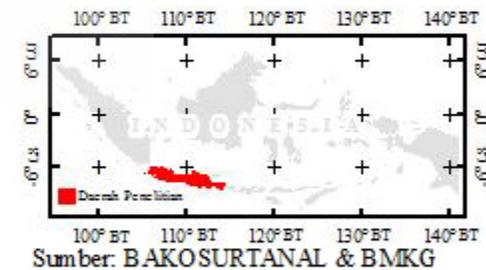
Ketinggian (m):

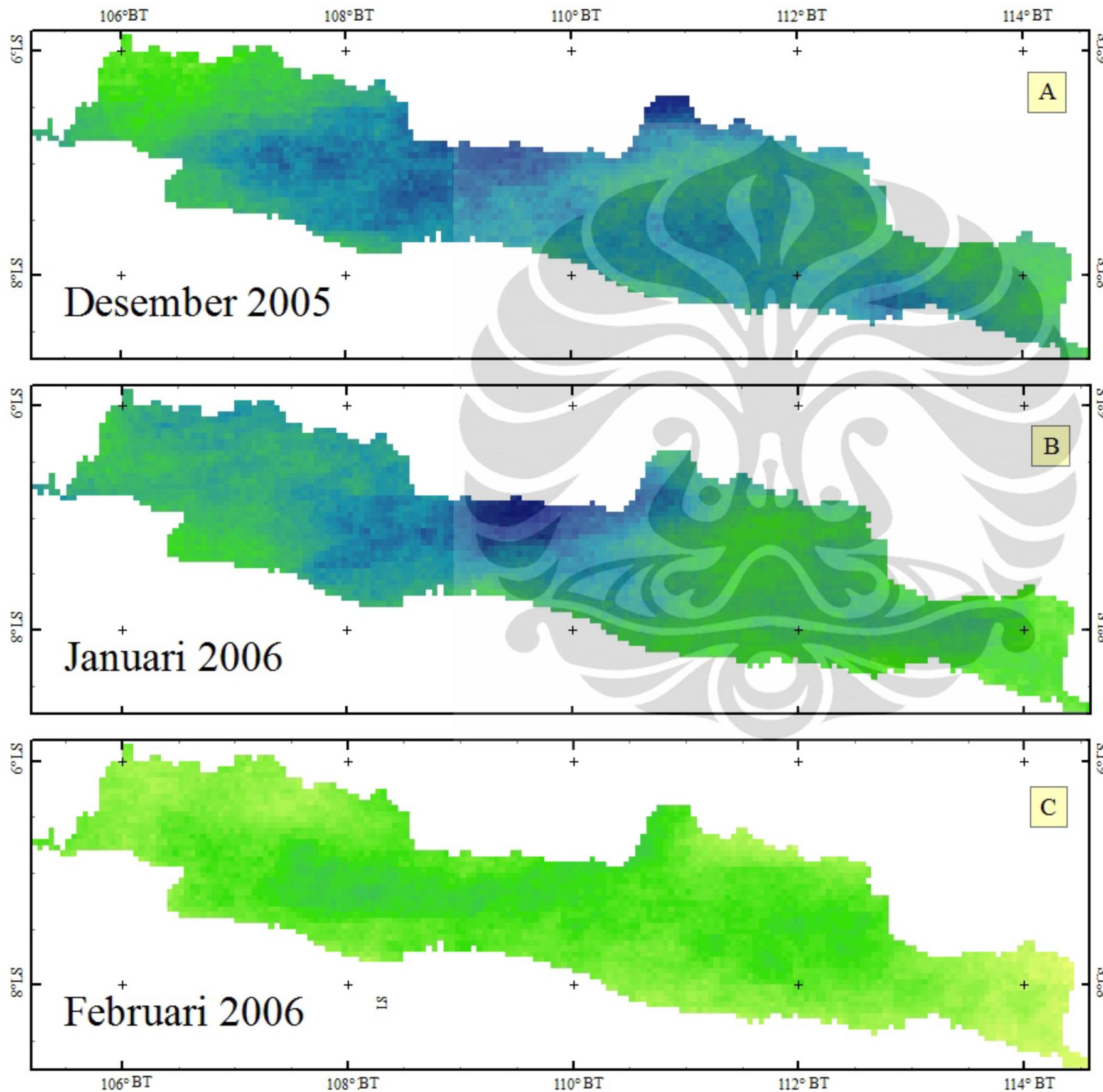
0 - 100

100 - 500

500 - 1000

> 1000





## Pola Curah Hujan di Pulau Jawa Periode Normal

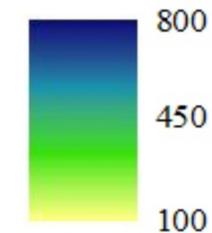
U



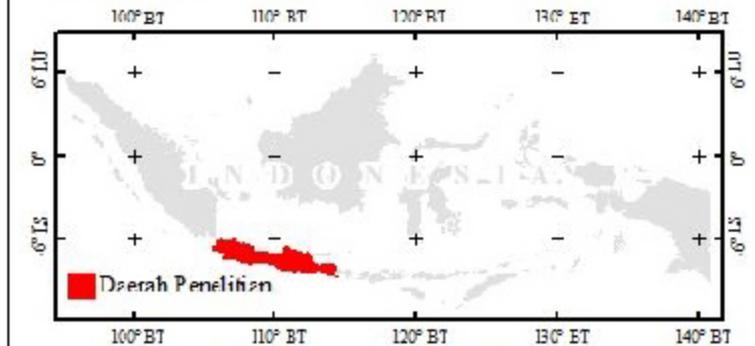
0 40 80 160 240 Km

Keterangan:

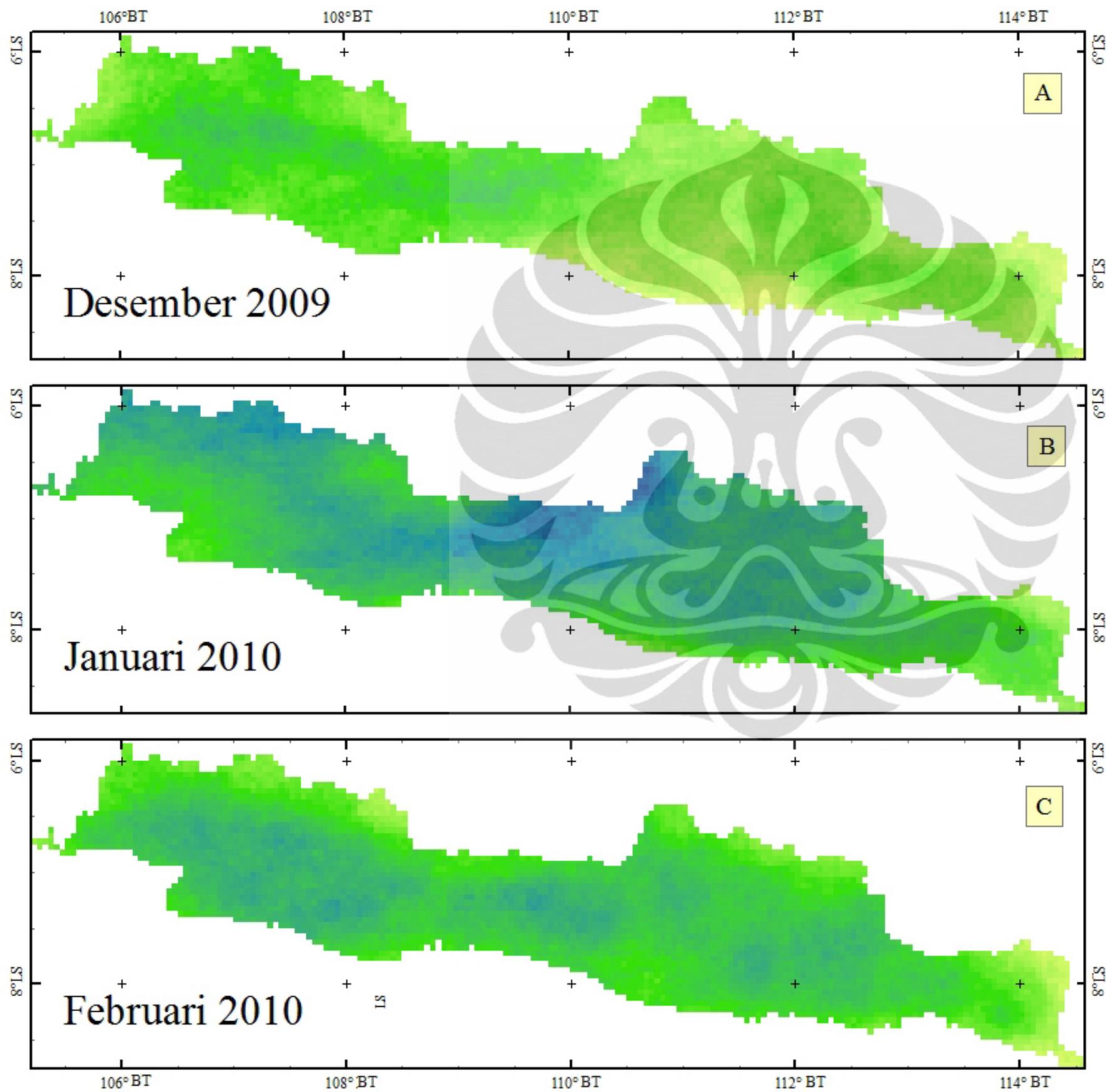
Curah Hujan (mm)



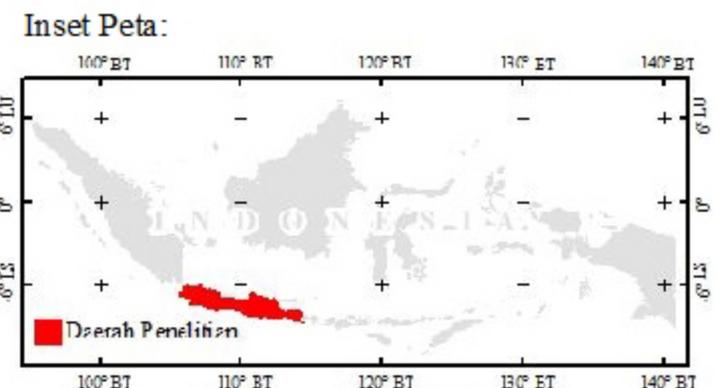
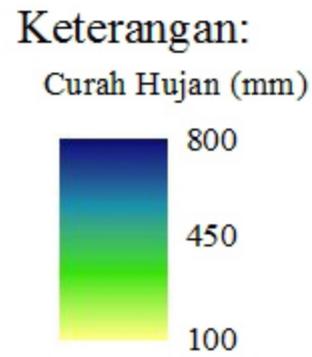
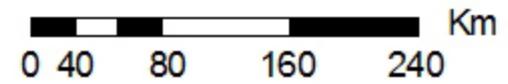
Inset Peta:



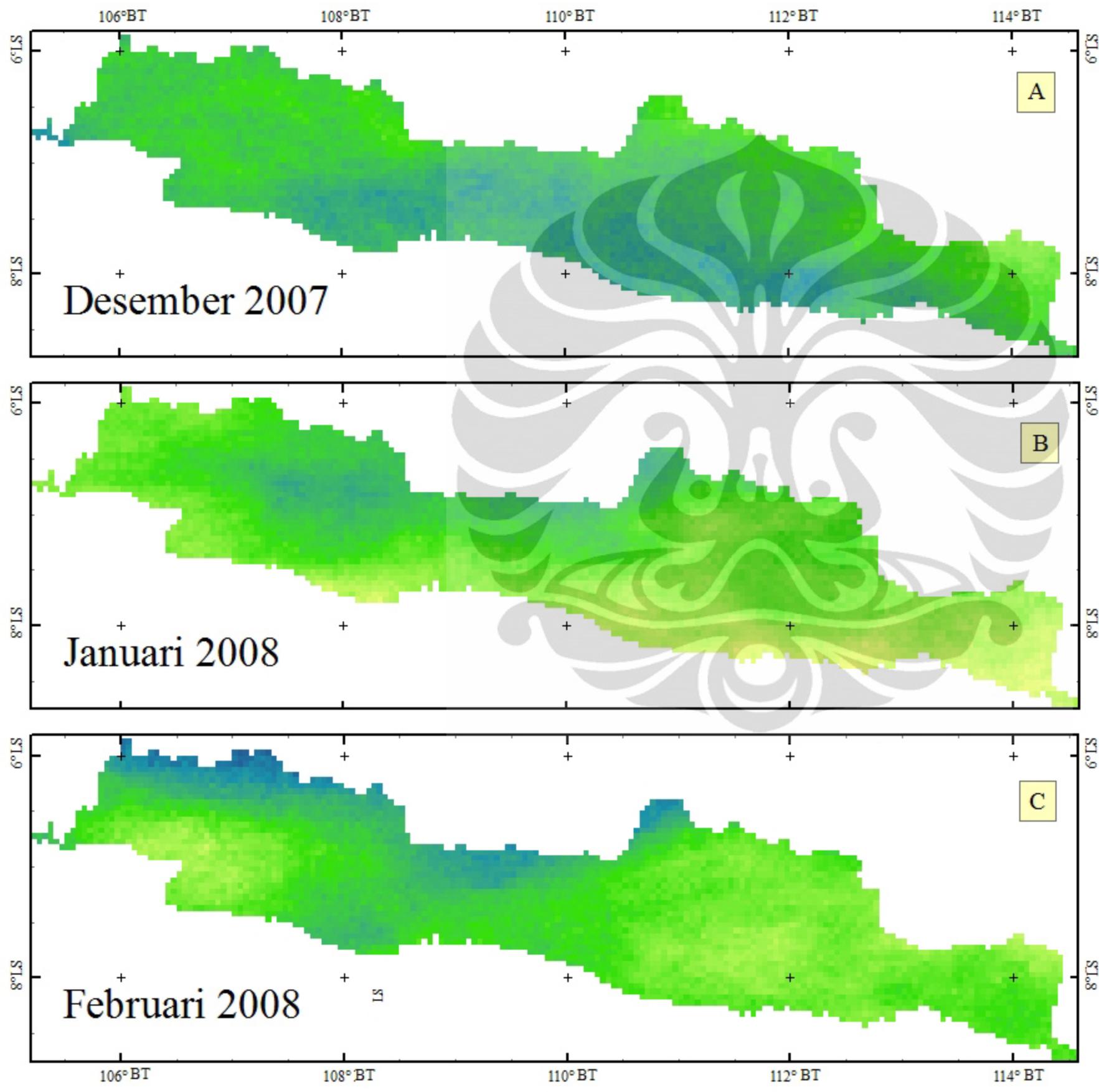
sumber: Pengolahan data citra MTSAT



# Pola Curah Hujan di Pulau Jawa Periode El Nino



sumber: Pengolahan data citra MTSAT

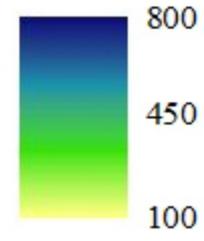


# Pola Curah Hujan di Pulau Jawa Periode La Nina

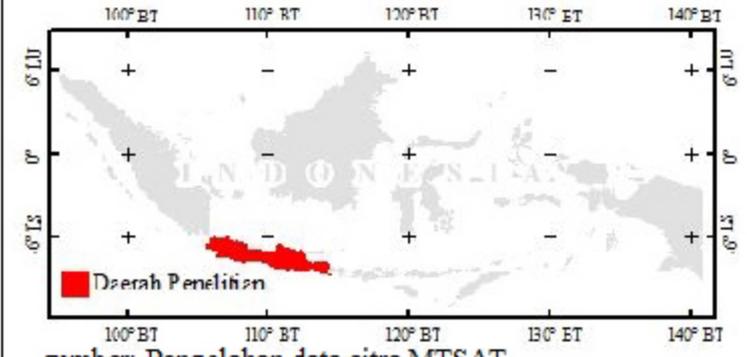


Keterangan:

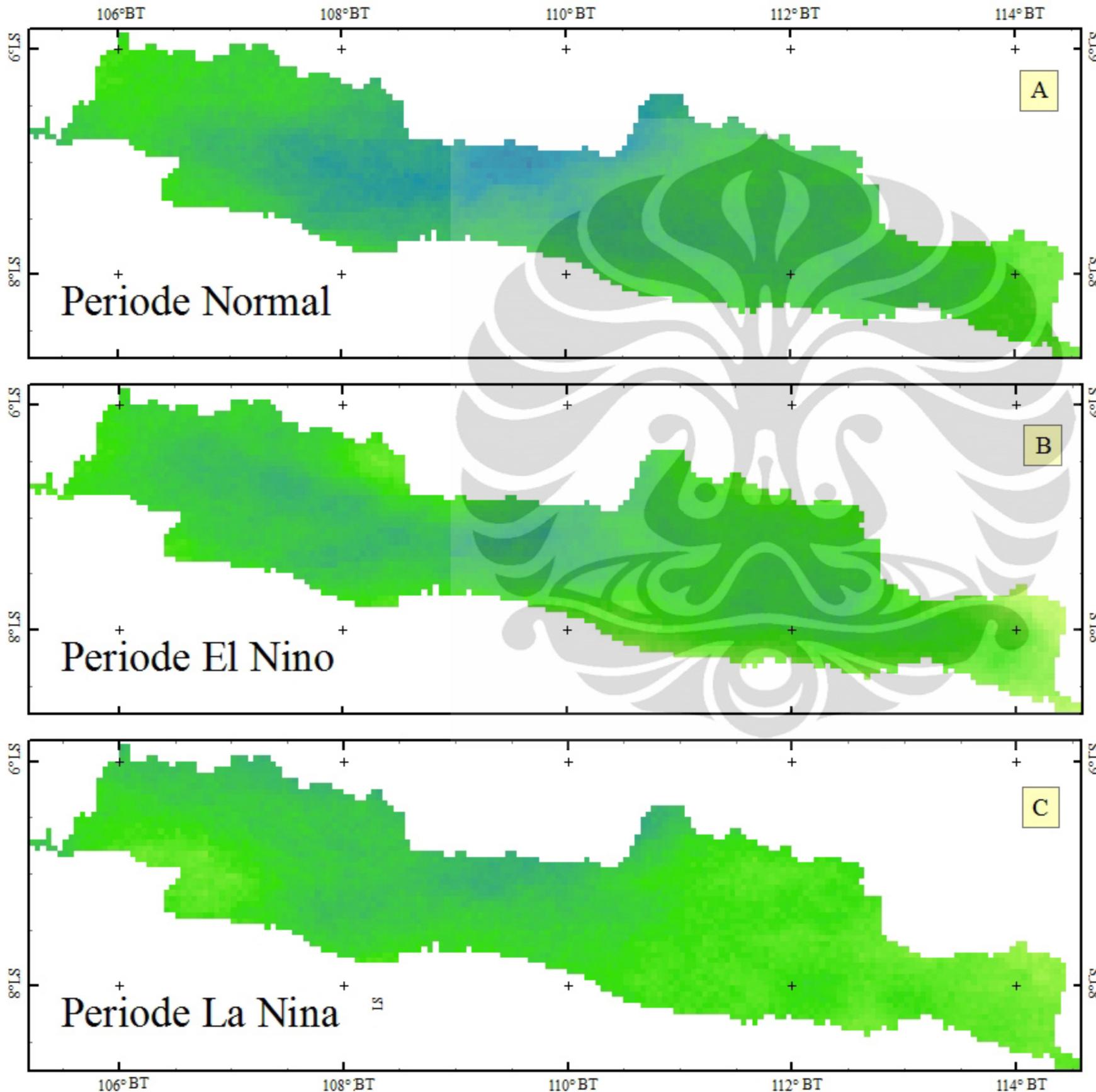
Curah Hujan (mm)



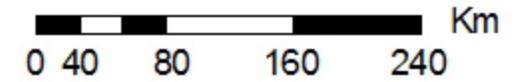
Inset Peta:



sumber: Pengolahan data citra MTSAT

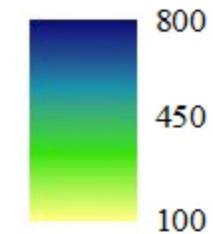


# Pola Curah Hujan di Pulau Jawa Tiap Periode

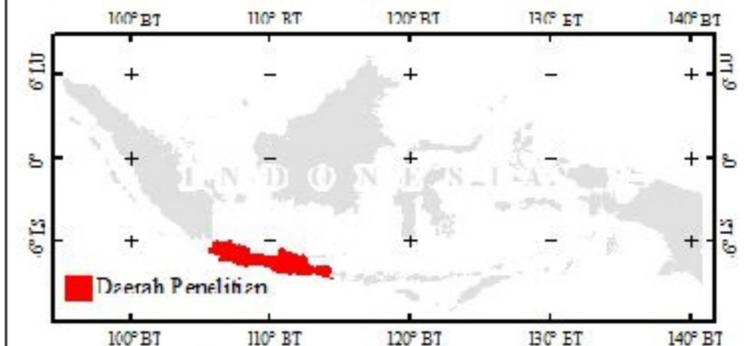


Keterangan:

Curah Hujan (mm)



Inset Peta:



sumber: Pengolahan data citra MTSAT

### Data curah hujan dari stasiun curah hujan

Stasiun Pengamat	Bulan Januari 2006																							Jumlah
	1	2	4	5	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Ciledug	2		5			25		42		8		37		0,7			20				11	23		173,7
Serang	4	0	9	19	0	13	0,3	1		26	56	33	0,2	0,2		0	2	19	10	4	0,8	7	8	212,5
Curug/Budiarto		0	18	0	7		16			0,7				4	0			31						76,7
JKT/Observatory			3	0									0											3
JKT/Soekarno Hatta	0	12	0	0,9	0	0	0	22	6	0,2	46	17	0,4	0	0	0,8	8	42	30	3	42	10	26	266,3
Bogor/Citeko		6	31	7		27	30	48		20	10	10	9	0,1	0,3	3	3	134	64	22	43			467,4
Bogor/Darmaga		2	10	12	111	12	136	48			7	19	0,3	1		4		50	34		10			456,3
Bandung	3	10	14	6		0	15	53	23	0,3	0	10		0			0		6	3	0,6	2	6	151,9
Jatiwangi			7	82			0,4	14		21			1	0				17			4	27		173,4
Tegal	73	4	0	21		11	0	9			11	0	41	8	0	0	1		8		0,2		76	263,2
Tasikmalaya	12	12	12	20	9	7		0	32	1	9	3	0	0	0		51	8				8	0	184
Cilacap	24	13	23	2	3	26	1		22	3			0	0	0	0	15		42	1		30		205
Semarang	44	13	16	75	7			23	5	35	48	1	2	5	0	21	18	27				93	69	502
Surakarta				3			0																	3
Yogyakarta	27	11	4	9	12	3	7		0,6	2	9	41	10		0	0	10	47	2	0		8	1	203,6
Pacitan			21	0	0				21		3	22	8		0		21		51	7	38		19	211
Madiun			34		1								0	2				10	2	0	6			55
Surabaya/Perak	10	18		13	4		4	0	0	9	8		0	0	0			5	7		0	22	15	115
Surabaya/Juanda	10	3	70	5	34			0	0,6	5		2	0	6	0	0	0,4	55	8	0	0	11	9	219
Surabaya	15	8	9		1		0,3			6	4		0	0	0	0	0	4	11	0,4		35	11	104,7
Karang Ploso Malang	20	2	65	22	0,2	0	5			52	38	3	0	0	0	0	0	7	43	2	11	2		272,2

Tretes		25			6	3	24	55	62		37	13		5	0	2	6	32	36	2	35	15		358
Malang		12	36	2			3				43	22						26	40		8	1		193
Karang Kates	30		131	3	6					7	37	6		11	0			47		0,2	25	0,5	0,5	304,2
Kalianget	1	9	30	0,2	0	2	0	2	0,4	17	3	0	0	0	7	0,2	0	3			0	49	0	123,8
Banyuwangi	5	8	0,8		0,4	0,6	0		0	5	15	20	0	0	0	0	4	4	0	4	16	8	0,5	91,3

\*  = Data rusak atau tidak terekam

Stasiun Pengamat	Bulan Januari 2008																								Jumlah
	1	2	4	5	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
Ciledug	39	42	38		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1			0	4	0	98	221,1	
Serang	39			6	0	0	0	0	4	0	0,8	1	8	16	0		8		4	0,2	0	0		87	
Curug/Budiarto	28	50	31	4	0		0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0,9	0	0	1	24		6	148,9	
JKT/Observatory	23	29	32	12	0		0	0	0	2	0	99	0	0	0	0	0,6			0	0	0	0	197,6	
JKT/Soekarno Hatta	23	28	0	12	0	0	0	0		2	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0,2	0	0	104,2	
Bogor/Citeko	18	78	29	36	0	0		0	5	7	0	0,1		0	2	0	2	12	0,6	0		24	10	223,7	
Bogor/Darmaga	15	82	33	12		0	0	0	3	2	5		0				27	0	0	14	10	0	203		
Bandung			8		6	2	0		2	0,5		0	0	0	0	0	47	5		18	34	12	1	135,5	
Jatiwangi		116	2	0,8	21		26	0,3	20	11	0	0,6	107	10	0	7	37	0	0		0	9	25	392,7	
Tegal	27		6	2	0	11		0,3	2	5	0	2		24	13	0	0	0	0	0	0		3	95,3	
Tasikmalaya	1			7	0	0	0	0	3	0	0		0	5		0	0			2		0	0	18	
Cilacap	45	24	2	51	0	14	0	1	12	2	6	0,4	0,6	0	20		0	0	0	0	3			181	
Semarang	26	56	68	5	0	0		0	3	3	4	34	9	23	10	0	0		0	0	9	3	33	286	
Yogyakarta	36	1	10	8	0	0			2	0	7	1		0	0	0	0		0	2	51	0		118	

Pacitan		12	21	29		1		25	3	3		3	25	0	0				0	0	0	0		122	
Madiun		1	34			0		0	0	3	0	0			5	0	0	12	0		0	35		90	
Surabaya/Perak	0,8	53	14	0		0	0	0	2	33		0,2	8	10	0	14	0	2	0,7	0	0	5		142,7	
Surabaya/Juanda	1	23	17	5	0	12	0	0	4	10	7	0,1	4	10	6	20	41	0	19	0	0	12	8	199,1	
Surabaya	5	48	29	7	0	0,3	0	0	2	36	0	0,2	0,3	4	0		0		0	0	0	4	0	135,8	
Karang Ploso Malang	23	1	2	25	0	0	0	0	7	0	1		14	0	2	0	0,1	10	0	0	1	17	8	111,1	
Tretes	29	23	12	49	7	0,7		20	4	35	43		12	9		32	31		0	0	4		7	317,7	
Malang		2		28	0	0			30	0	0				6			28	0		8			102	
Karang Kates			20			0	0	4	2		16	12	10	0	4	0	0	0		39	10	0	24	141	
Kalianget	1	0,4	0,2	0,8	0	0	0	0	0,5	17	4	16	0	15	0	0,3	0	0	0	0	0	10	27	1	93,2
Banyuwangi	35	0		5	0	0	0	0	0	1	0	4		77			0	0	0	0	0	0	0,2		122,2

\*  = Data rusak atau tidak terekam

### Data Curah hujan dari Stasiun Cuaca Otomatis (AWS)

stasiun	X	Y	Des 09	Jan 10	Feb 10
ARG Bandung	107,903	-7,376	131	497	
ARG Banjar negara	109,696	-7,397	350	341,6	260,2
ARG Banyuwangi	113,971	-8,289	331,8	296,6	363,4
ARG Blora	111,414	-7,194	178,4	368,6	252,4
ARG Bojonegoro	111,884	-7,153	107,7	263,8	350,4
ARG Cianjur	107,128	-6,822	208,2	229,2	186,4
ARG Jakarta Utara	106,914	-6,167	119,4	434	203,8
ARG Kerawang	107,286	-6,306	144	213,2	278
ARG Magetan	111,302	-7,652	160,8	418,8	403,8
ARG Malang	112,904	-8,162	157	379,6	266,6
Brebes	108,918	-7,214	230,8	554	403,4
Cilacap	108,797	-7,490	272,8	312,2	337,6
Grobongan	110,803	-7,017	144,6	237,6	144,4
Lamongan	112,327	-7,093	162,8	295	183,8
Lebak	106,192	-6,510	154	390,8	44,6
Pandeglang	105,835	-6,380	338,6	468,4	
Pati	111,146	-6,721	137,8	413	103,2
Pekalongan	109,587	-7,104	288	508,4	386,2
Semarang	110,414	-7,111	326,6	357,2	151,8
Bandung	107,589	-6,885		284,5	339,5
sukabumi	106,476	-6,959	153,2	306,4	246,2
sumedang	107,949	-6,815	165,6	351,4	