

## ANALISIS PERGERAKAN ZONE AWAN DARI CITRA GMS UNTUK PREDIKSI PERUBAHAN CUACA

F. Sri Hardiyanti Purwadhi

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional dan Jurusan Geografi, FMIPA-UI

Nanik Suryo Haryani

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

### ABSTRAK

Kondisi liputan awan pada Zone Konvergensi Awan Tropik (ITCZ) dan Pasifik (SPCZ) dapat dijadikan indikator keadaan cuaca di Indonesia. Analisis pergerakan zone liputan awan dari citra GMS digunakan untuk memprediksi perubahan cuaca di Indonesia. Metode kompilasi dan konversi data GMS inframerah termal untuk menilai suhu puncak awan dan neph-analisis untuk klasifikasi jenis awan. Klasifikasi awan dalam tiga kategori, yaitu daerah bebas awan dan awan rendah dengan suhu  $T > 3^{\circ}\text{C}$ , awan menengah dengan suhu  $-21^{\circ}\text{C} < T < 13^{\circ}\text{C}$ , dan awan tinggi dengan suhu  $T < -21^{\circ}\text{C}$ . Posisi garis berat ITCZ dan SPCZ ditentukan berdasarkan persamaan regresi linier. Hasil penelitian menggunakan data GMS bulan April 1998 hingga Februari 1999 menunjukkan posisi garis berat ITCZ dan SPCZ, serta rangkuman pergerakan garis berat ITCZ dan SPCZ setiap bulan bergeser ke arah utara-selatan maupun timur-barat sesuai besarnya sebaran liputan awan penghasil hujan. Daerah yang mengalami pergeseran liputan awan rendah ke tinggi menunjukkan peralihan musim penghujan ke kemarau (April-September). Sedangkan daerah yang mengalami pergeseran liputan awan tinggi ke rendah menunjukkan daerah yang mengalami peralihan dari musim kemarau ke musim penghujan (September-November-Januari).

Kata kunci : ITCZ, SPCZ, perubahan cuaca, liputan awan, peralihan musim, regresi linier.

### ABSTRACT

Cloud cover condition in the Inter Tropical Convergence Zone (ITCZ) and South Pacific Convergence Zone (SPCZ) can be get indicator to Indonesian weather condition. Analysis of cloud cover zone movement came into use prediction of weather changes in Indonesia. Compilation and conversion methods of thermal infrared GMS data were made temperature estimated to the top of the cloud, and neph-analysis to cloud classification. Cloud classification in the three categories, i.e. cloud free and low are  $T > 3^{\circ}\text{C}$ , medium clouds is  $-21^{\circ}\text{C} < T < 13^{\circ}\text{C}$ , and high clouds  $T < -21^{\circ}\text{C}$ . ITCZ and STCZ positions have to determined base on linear regression. Result of this study suggest that the position and movement of ITCZ and SPCZ shifted to north south or east west. The position and movement of ITCZ and SPCZ can be analysis by the GMS data in April 1998 to February 1999 base on cloud cover densities and cloud cover distribution. The areas went into low cloud shift to high cloud means rainy season change to dry season (April-September). Where as the areas went into high cloud shift to low cloud means dry season change into rainy season (September-November-January).

Keywords : ITCZ, SPCZ, weather changes, cloud cover, shift to season, linear regression.

## PENDAHULUAN

Awan merupakan salah satu unsur iklim dan cuaca yang memegang peran penting dalam keseimbangan energi sistem bumi-atmosfer. Perubahan yang terjadi pada awan akan menimbulkan pengaruh besar terhadap iklim dan cuaca. Analisis citra satelit cuaca baik satelit NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), maupun GMS (*Geostationary Meteorological Satellite*) dapat digunakan untuk deteksi jenis, struktur, kuantitas, gerakan, perkembangan, turbulensi, altitude awan, dan gejala siklonik.

GMS pertama diluncurkan oleh Jepang pada tahun 1977, dan GMS yang beroperasi saat ini adalah GMS-5, yang diluncurkan tahun 1995. Kedudukan orbit satelit pada 1400 BT (di atas Pulau Biak, Irian Jaya). GMS merekam data dalam empat saluran (*band*) panjang gelombang, yaitu satu saluran pada panjang gelombang tampak (*visible*) dan perluasannya (0,55-0,90)  $\mu\text{m}$ , dan tiga saluran pada panjang gelombang inframerah termal, yaitu (10,5-11,5)  $\mu\text{m}$ ; (11,5-17,5)  $\mu\text{m}$ ; dan (6,5-7,0)  $\mu\text{m}$ . Resolusi spasial data yang menggunakan panjang gelombang inframerah termal 5 km, sedangkan data yang direkam dengan panjang gelombang tampak mempunyai resolusi spasial 1,75 km.

Posisi orbit GMS yang terletak pada 140° BT, dapat digunakan untuk mengamati kondisi awan secara global pada zone konvergensi tropis dan pasifik. Keadaan cuaca di Indonesia bagian barat dan tengah dapat ditentukan oleh posisi dan jenis awan pada zone konvergensi tropik yang disebut ITCZ (*Inter Tropical Convergence Zone*), sedangkan wilayah Indonesia bagian timur dan tenggara dapat ditentukan oleh posisi dan jenis awan pada zone konvergensi pasifik selatan atau SPCZ (*South Pacific Convergence Zone*). Berdasarkan hal itu, maka posisi dan pergeseran liputan awan dari kedua zone konvergensi (ITCZ dan SPCZ) dapat dijadikan sebagai indikator keadaan cuaca di Indonesia. Tujuan penelitian untuk prediksi perubahan cuaca melalui analisis pergerakan zone awan dari citra GMS.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra GMS inframerah termal. Citra

GMS direkam setiap hari oleh Stasiun Bumi Satelit Lingkungan dan Cuaca LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional). Wilayah cakupan setiap citra GMS adalah sepertiga dari belahan bumi, yaitu yang terletak antara 60°LU–60°LS dan 80°BT–160°BT. Citra GMS yang digunakan berupa data rekaman harian pukul 00.00–09.00 GMT, selama bulan April, September, November, Desember 1998, dan Januari 1999.

Rekaman bulan April digunakan untuk analisis perubahan zone awan peralihan dari musim penghujan ke musim kemarau. Bulan September untuk analisis peralihan musim kemarau ke musim penghujan. Bulan November untuk melihat penyebaran awan dan pergerakan zone awan, yang menunjukkan bahwa musim penghujan mulai merata di Indonesia. Bulan Desember untuk melihat dan menganalisis adanya depresi tropik yang terjadi di Samudera Hindia, sedangkan bulan Januari untuk menunjukkan posisi zone awan ITCZ yang berada di atas ekuator.

Metode yang digunakan adalah metode kompilasi, konversi, dan klasifikasi data GMS inframerah termal.

1. Analisis kompilasi yang dilakukan dari posisi ITCZ dan SPCZ data harian menjadi data mingguan, yakni dengan membuat rata-rata suhu puncak awan harian selama tujuh hari (*seminggu*). Analisis pergerakan ITCZ dan SPCZ mingguan untuk satu bulan, yaitu minggu pertama, kedua, ketiga, dan keempat untuk bulan April, September, November 1998, dan Januari 1999.
2. Analisis konversi dan GMS inframerah termal berdasarkan "*table level temperature conversion*". Data GMS yang dikonversi menjadi nilai suhu puncak awan.
3. Analisis klasifikasi awan berdasarkan persentase liputan awan dihitung dalam tiga kategori, yaitu daerah bebas awan dan daerah awan rendah ( $T > 13^{\circ}\text{C}$ ), daerah awan menengah ( $-21^{\circ}\text{C} < T < 13^{\circ}\text{C}$ ), dan daerah awan tinggi ( $T < -21^{\circ}\text{C}$ ). Persentase setiap liputan kelas awan dihitung setiap daerah dan seluruh wilayah Indonesia.

Perhitungan untuk menentukan garis berat posisi ITCZ dan SPCZ dilakukan dengan menggunakan persamaan regresi linier, yaitu :

$$Y = a X + b$$

di mana

Y = posisi garis berat ITCZ dan SPCZ

X = pixel awan menengah dan awan tinggi

A = kemiringan garis berat terhadap ekuator

B = titik potong garis berat dengan garis bujur 80<sup>o</sup>BT.

Klasifikasi awan berdasarkan jenisnya dilakukan dengan menggunakan program *neph-analysis*, yaitu men-*display*-kan data satelit GMS setiap saluran dengan mengatur Look-Up-Table (LUT) secara interaktif. Klasifikasi multispektral (multi saluran) berdasarkan nilai pixel setiap jenis awan. Batasan nilai pixel setiap jenis obyek (air, daratan, dan awan) menggunakan nilai dari *count-radiometer* seperti Tabel 1.

Tabel 1. Data Count-Radiometer untuk Neph-Analysis

JENIS OBYEK	NILAI PIXEL (COUNT-RADIOMETER)	
	Saluran Tampak	Saluran Inframerah Termal
Air dan daratan	< 30	≤ 130
Awan cumulus (Cu)	50 - 70	131 - 140
Awan strato-cumulus (Sc)	> 70	141 - 150
Awan stratus (St)	> 80	151 - 160
Awan alto-cumulus (Ac)	> 80	161 - 189
Awan cirro-stratus - cirus (Cs-Ci)	26 - 79	> 160
Awan nimbo-stratus (Ns)	91 - 139	> 180
Awan cumulo-nimbus (Cb)	> 180	> 220

Sumber : Nur Hidayat dan Wawan dengan perubahan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil klasifikasi awan ada tiga kategori :

1. kategori pertama daerah bebas awan dan awan rendah suhu  $T > 13^{\circ}\text{C}$ , dengan ketinggian antara (2-7) km, jenis awan strato-cumulus (Sc), awan stratus (St), awan cumulo-nimbus (Cb), dan awan orografis berupa nimbo-stratus (Ns) dan cumulus (Cu);
2. kategori kedua daerah awan menengah suhu  $-21^{\circ}\text{C} < T < 13^{\circ}\text{C}$ , ketinggian antara (7-16) km, jenis awannya alto-cumulus (Ac), dan siro-stratus (Cs);
3. kategori ketiga daerah awan tinggi suhu  $T < -21^{\circ}\text{C}$ , dengan ketinggian di atas 16 km, jenis awannya cirrus, cirro-stratus, cirro-cumulus.

Di dalam ketiga kelompok jenis awan tersebut terdapat dua jenis awan, yang mempunyai karakteristik tersendiri, karena pembentukan awannya berkembang secara vertikal, yaitu jenis awan cumulus (Cu) dan jenis awan cumulo-nimbus (Cb).

Posisi garis berat ITCZ dan SPCZ dan rangkuman pergerakan kedua zone garis berat, yang disajikan dalam analisis bentuk gambar, yaitu Gambar 1. gerakan awan bulan April 1998 dan September 1998. Gambar 2. gerakan awan bulan November 1998 dan Januari 1999.

Nilai persentase liputan awan seliap daerah menunjukkan perbandingan luas daerah yang tertutup awan dengan luas daerah atau tutupan lahan yang diamati. Pergerakan ITCZ dan SPCZ mengikuti gerak atau lintasan matahari, sehingga saat belahan bumi utara mengalami musim panas (kedudukan matahari berada di belahan bumi utara), maka ITCZ dan SPCZ akan bergerak ke arah utara. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1. Gerakan ITCZ dan SPCZ bulan April 1998 dan September 1998. Kondisi sebaliknya, yaitu saat belahan bumi selatan mengalami musim panas (kedudukan matahari berada di belahan bumi selatan), maka ITCZ dan SPCZ bergerak ke selatan, periksa Gambar 2. gerakan ITCZ dan SPCZ bulan November 1998 dan bulan Januari 1999.

ITCZ dan SPCZ merupakan aliran massa udara basah, karena merupakan zone awan penghasil hujan. ITCZ adalah massa udara basah, yang mempengaruhi wilayah Indonesia bagian barat dan tengah, sedangkan SPCZ mempengaruhi wilayah Indonesia bagian timur. Kawasan ITCZ dan SPCZ merupakan daerah yang mempunyai curah hujan lebat, angin kencang dan aktifitas badai guntur.

Gambar 1. (atas), yaitu posisi zone awan ITCZ mulai minggu pertama dan kedua April 1998 relatif sama, yaitu berada di belahan bumi selatan. Minggu ketiga dan keempat April 1998 posisi ITCZ bergerak ke utara, sehingga berada dekat dengan ekuator. Pengaruh pergerakan zone ITCZ sangat besar pada kondisi cuaca di beberapa pulau, yaitu Pulau Jawa, Sumatera, dan Kalimantan mengalami hujan lebat, Pulau Sulawesi juga masih ada hujan, sedangkan Nusa Tenggara Timur (NTT) dan Nusa Tenggara Barat (NTB) liputan awannya rendah, dan diperkirakan sudah mengalami

peralihan ke musim kemarau. Posisi SPCZ April 1998 minggu pertama, kedua, ketiga dan keempat bergeser ke arah utara dan ke arah barat, sedangkan minggu keempat posisi SPCZ berada di bagian selatan Irian Jaya dan Maluku, sehingga diperkirakan daerah-daerah tersebut masih mengalami musim penghujan.

Gambar 1. (bawah) yaitu posisi zone awan ITCZ dan SPCZ mulai minggu pertama, kedua, ketiga, dan keempat September 1998 bergerak ke arah selatan, hingga berada dekat dengan ekuator. Liputan awan di sebagian besar wilayah Indonesia menurun, namun pada minggu keempat liputan awan di atas wilayah Pulau Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi utara dan Sulawesi tengah, penutupan awan cenderung meningkat, sehingga daerah-daerah tersebut sudah mulai banyak hujan atau mengalami musim hujan. Sedangkan daerah-daerah lain seperti Pulau Jawa, Bali, NTB, NTT, belum turun hujan atau masih berada pada musim kemarau.

Gambar 2. (atas) posisi ITCZ dan SPCZ bulan November 1998, pada minggu pertama, kedua, ketiga dan keempat bergerak ke arah selatan mendekati ekuator, sedangkan SPCZ bergerak ke arah barat sehingga pada minggu pertama dan ketiga berada di atas Irian Jaya. Posisi kedua zone awan tersebut tampak bahwa liputan awan telah menulupi sebagian besar dari wilayah Indonesia. Peningkatan liputan awan dari minggu pertama hingga minggu keempat November 1998 cenderung meningkat mencapai lebih dari 50%. Berdasarkan kondisi tersebut diperkirakan pada minggu keempat November 1998 musim penghujan sudah merata di seluruh wilayah Indonesia.

Gambar 2. (bawah) posisi ITCZ dan SPCZ bulan Januari 1999 masih bergerak ke arah selatan. Posisi ITCZ pada minggu kedua sudah mulai memasuki ekuator, dan terus bergerak ke arah selatan hingga minggu keempat, posisi ITCZ di atas ekuator. Liputan awan juga mengalami peningkatan, hanya pada minggu ketiga beberapa wilayah Indonesia sepanjang dan bagian selatan ekuator, sehingga dapat diperkirakan musim penghujan masih meliputi seluruh wilayah Indonesia.

Gambar 3. Dua buah citra satelit GMS yang direkam tanggal 17 dan 18 Desember 1998. Liputan awan yang merupakan gangguan tropis terletak di Samudera Hindia dan dari wilayah Indonesia bagian barat bergerak menuju Australia dapat dilihat pada citra GMS tanggal 17 Desember 1998. Liputan awan terdiri atas Stratiform, Simiform, dan Comulonimbus. Gangguan cuaca terjadi akibat ketiga jenis awan tersebut, gerakan awannya berurutan mulai dari Pulau Sumatera, Kalimantan, Jawa, Nusa Tenggara hingga Pantai Barat Australia. Siklon tropis yang berada di Samudera Hindia berubah menjadi badai tropis, yang menuju ke Australia dapat dilihat pada citra GMS tanggal 18 Desember 1998. Di pantai utara Jawa liputan awan yang sangat jelas dari jenis Comuliform dan Nimbostratus.

Gambar 4. Adalah Peta hasil klasifikasi kedua citra GMS yang direkam tanggal 17 dan 18 Desember 1998. Analisis klasifikasi menggunakan *Neph-analysis*. Nilai Neph (N) adalah jumlah nilai setiap jenis awan penyebab gangguan tropis dibandingkan dengan jumlah akumulasi awan pada setiap kelompok. Hasil klasifikasi nilai N dibagi dalam tiga kriteria, yaitu ( $N > 7/8$ ); ( $4/5 < N < 7/8$ ); dan ( $1/8 < N < 4/8$ ). Jenis awan yang dapat diklasifikasikan adalah awan stratiform, cirriform, cumuliform, cumulonimbus, cumulus, cirro stratus, cirrus, alto cumulus, strato cumulus, dan awan stratus. Kelompok awan berdasarkan tingginya diidentifikasi dalam vortex. Batas awan yang dapat digambarkan adalah batas utama dengan sistem pertubasi dan batas awan sekunder.

Gangguan cuaca akibat adanya siklon atau badai tropis dapat menyebabkan naiknya permukaan air laut, sehingga memacu terjadinya banjir di pantai-pantai wilayah Indonesia, seperti pantai utara Jawa, pantai barat dan selatan Kalimantan, serta pantai timur Sumatera. Kerusakan dan kerugian yang dapat dipantau adalah kerusakan

1. tingkat kecerahan awan yang sama dari tipe awan yang berbeda menyulitkan identifikasi ketinggian awan
2. awan berlapis-lapis sulit ditentukan jenisnya
3. absorpsi uap air menyebabkan penurunan emisi yang terukur oleh satelit.

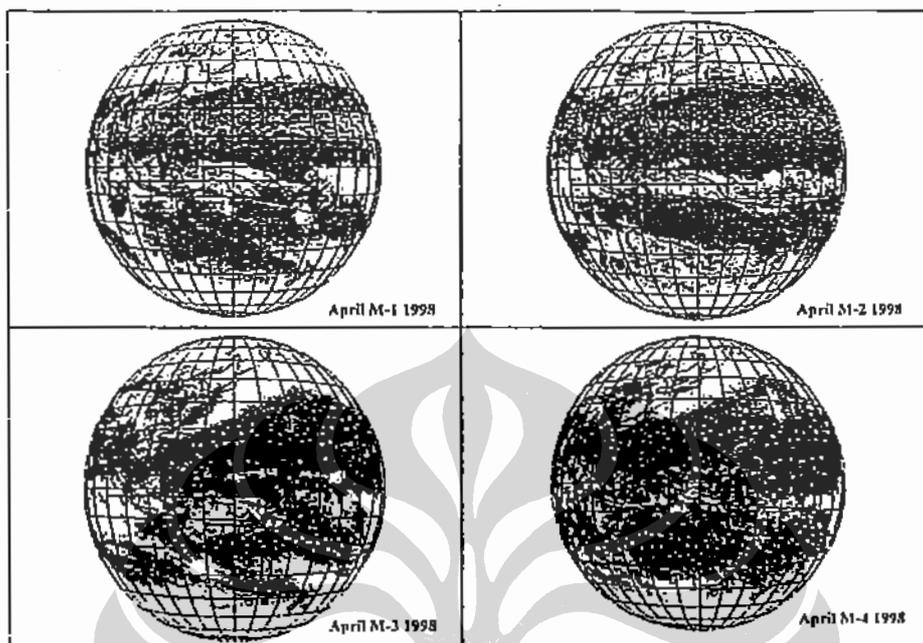
## KESIMPULAN

Metode kompilasi, konversi, dan klasifikasi posisi ITCZ dan SPCZ, serta liputan awan dari citra GMS inframerah termal, sangat efektif untuk analisis dan prediksi perubahan cuaca di wilayah Indonesia.

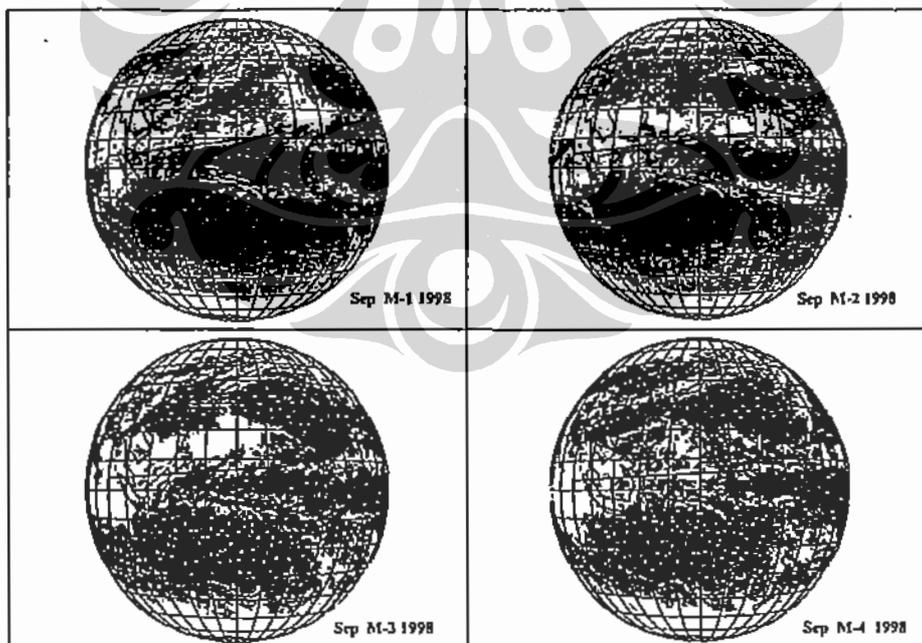
Kasus gangguan cuaca yang terjadi akibat badai tropik baik di Samudera Hindia dan Pasifik selatan sangat mempengaruhi kondisi cuaca di sebagian besar pulau-pulau di Indonesia, serta dapat memacu terjadinya banjir.

## DAFTAR ACUAN

- Anonim (1989): *The GMS User Guide* Meteorological Satellite Center, Japan.
- Hess, P.G., Battisti, D.S. and Rasch, P.J., (1993): *Maintenance of Tropical Convergence Zone and the Large Scale Tropical Circulation on a Water Covered Earth*, *Journal Atmospheric Science*.
- Haryani, N.S., E.S. Adiningsih, A. Hidayat, D. Kushardono, Kustiyo, B. Sariwulan (1999): *Analisis Perubahan Cuaca Berdasarkan Gerakan Zone Awan dan Liputan Awan dari Data GMS*. Makalah Ujikaji Penelitian Inderaja LAPAN, Oktober 1999.
- Nieuwolt, S. (1982): *Tropical Climatology : An Introduction on Climates of the Low Latitudes*. John Wiley and Sons, New York USA.
- Nur Hidayat dan Wanan K.H. (1991): *Pengolahan Data NOAA-AVHRR pada Personal Komputer (IBM PC-AT)*. *Proceeding Hasil Penelitian Pemanfaatan Satelit Sumber Alam dan Teknologi Teledeteksi LAPAN*. Tahun Anggaran 1990/1991.
- Magerr, A. (1995): *GMS-5-VISSR Software : User Manual*, Dunde Satellite System, UK.
- Sumardjo (1991): *Pengaruh Depresi Tropik yang Terjadi di Samudera Hindia dalam Bulan Desember 1998 Terhadap Lingkungan di Jawa Tengah Bagian Utara*. *Warta LAPAN No. 24/25*. 1991.
- Swarinnato, Y.S. and Sulisty, W. (1998): *Aliran Lintas Ekuator dan Pengaruhnya Terhadap Aktivitas Cuaca di Daerah Sekitar Laut Jawa (Studi Kasus 6-10 Januari 1996)*. *Bul. Meteo. dan Geofisika No. 2*. BMG. Departemen Perhubungan RI, Jakarta.

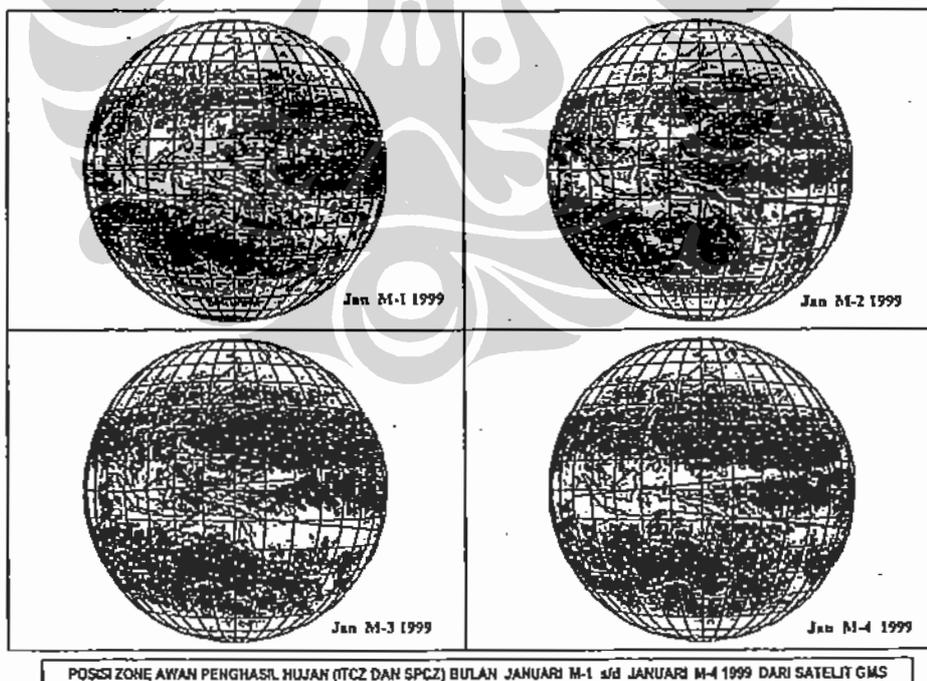
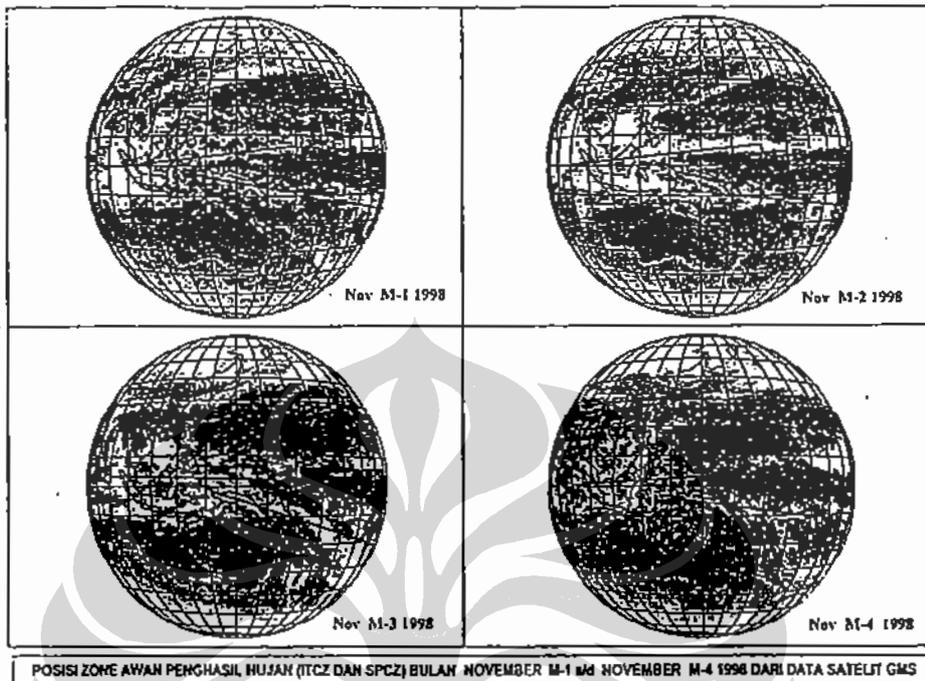


POSISI ZONE AWAN PENGHASIL HUJAN (ITCZ DAN SPCZ) BULAN APRIL M-1 s/d APRIL M-4 1998 DARI SATELIT GMS

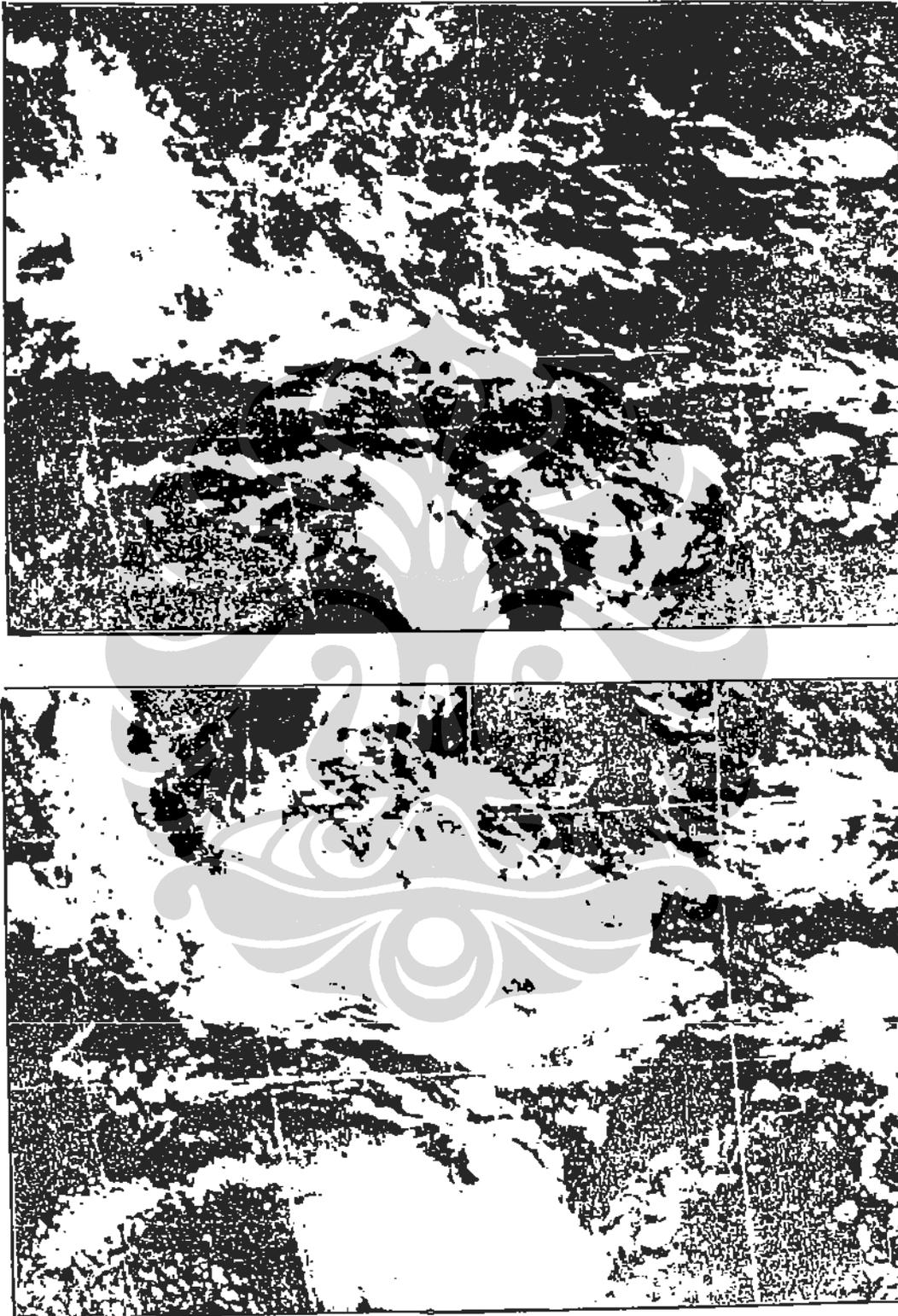


POSISI ZONE AWAN PENGHASIL HUJAN (ITCZ DAN SPCZ) BULAN SEPTEMBER M-1 s/d SEPTEMBER M-4 1998 DARI SATELIT GMS

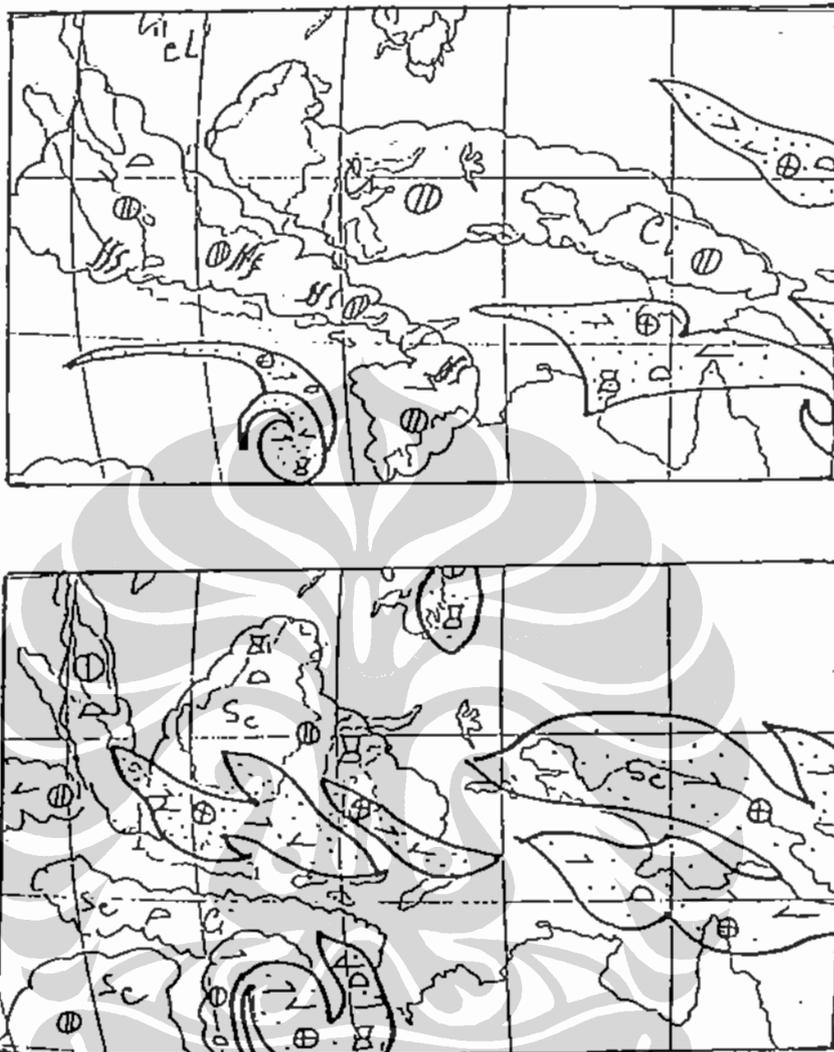
Gambar 1. Posisi Zone Awan (ITCZ dan SPCZ) Bulan April dan September 1998



Gambar 2. Posisi Zone Awan (ITCZ dan SPCZ)  
Bulan November 1998 dan Januari 1999



Gambar 3. Citra GMS 17 dan 18 Desember 1998  
"Badai Tropis" di Samodera Hindia



Simbol Neph	Keterangan	Simbol Neph	Keterangan
	$N > 7/8$		Awan Cumuliform
	$4/8 \leq N < 7/8$		Awan Comulonimbus
	$1/8 \leq N < 4/8$		Jalur Awan
	Awan Gelombang		Voltex altitude menengah-tinggi
	Awan Stratiform		Voltex daerah Tropik
	Awan Cirroform	Cl =	Clear
	Batas Awan Utama	Cu =	Awan Cumulus
	Batas Awan Sekunder	Cs =	Awan Cirro Stratus
		Ci =	Awan Cirrus
		Ac =	Awan Alto Cumulus
		Sc =	Awan Strato Cumulus
		St =	Awan Stratus

Gambar 4. Peta Jenis Awan Hasil "Neph-analysis"