



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH DIPOL SAMUDERA HINDIA TERHADAP
VARIASI CURAH HUJAN DI SUMATERA BAGIAN
SELATAN DAN JAWA BAGIAN BARAT**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains

**SRI PUJI RAHAYU
NPM. 0906577160**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
DEPOK
JULI 2012**

i

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Sri Puji Rahayu

NPM. : 0906577160

Tanda tangan : 

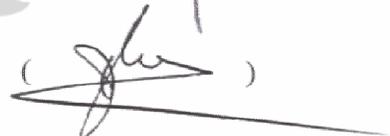
Tanggal : 10 Juli 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Sri Puji Rahayu
NPM : 0906577160
Program Studi : Magister Ilmu Kelautan
Judul Tesis : Pengaruh Dipol Samudera Hindia terhadap
Variasi Curah Hujan di Sumatera Bagian Selatan
dan Jawa Bagian Barat

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Ilmu Kelautan, Program Pascasarjana, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang : DR. A. Harsono Soepardjo, M.Eng ()
Pembimbing I : DR. A. Harsono Soepardjo, M.Eng ()
Pembimbing II : DR. Dodo Gunawan, DEA ()
Penguji I : DR. Widada Sulistya, DEA ()
Penguji II : DR. Rohmatullah ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 10 Juli 2012

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat-NYA saya dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Pengaruh Dipol Samudra Hindia terhadap Variasi Curah Hujan di Sumatera Bagian Selatan dan Jawa Bagian Barat”. Penulisan tesis ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Pascasarjana, Program Studi Ilmu Kelautan, Universitas Indonesia. Saya menyadari tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak sangat sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Pada kesempatan ini, saya menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Sri Woro B. Harijono, M.Sc selaku Kepala Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika;
2. Drs. Yunus S. Swarinoto, M.Si, selaku Kepala Pusat Database;
3. Dr. A. Harsono Soepardjo, M.Eng selaku Dosen Pembimbing I;
4. Dr. Ir. Dodo Gunawan, DEA selaku Dosen Pembimbing II;
5. Erwin Eka S., M.Si, Amsari M. S., M.Si dan Nuryadi, M.Si yang sangat membantu dalam perolehan data dan analisis dalam penyusunan tesis ini;
6. Urip Haryoko, M.Si dan Joko Wigianto, M.T.I yang memberikan bantuan dan dorongan semangat untuk menyelesaikan tesis ini;
7. Ibunda tercinta Hj. Nasripah atas doa restunya, handai tolan, teman, serta semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu.

Saya berharap Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu selanjutnya.

Depok, Juli 2012

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : SRI PUJI RAHAYU
NPM : 0906577160
Program Studi : Magister Ilmu Kelautan
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Tesis

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

“Pengaruh Dipol Samudera Hindia terhadap Variasi Curah Hujan di Sumatera Bagian Selatan dan Jawa Bagian Barat”

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari 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 : 10 Juli 2012

Yang menyatakan



(SRI PUJI RAHAYU)

ABSTRAK

Nama : Sri Puji Rahayu
Program Studi : Magister Ilmu Kelautan
Judul : Pengaruh Dipol Samudera Hindia terhadap Variasi Curah Hujan di Sumatera Bagian Selatan dan Jawa Bagian Barat

Dipol Samudera Hindia atau disebut *Dipole Mode* (DM) merupakan fenomena alam yang terjadi di Samudera Hindia akibat ketidakseimbangan suhu permukaan laut antara kutub barat (WTIO) dan kutub timur (SETIO). Anomali suhu permukaan laut (ASPL) di perairan SETIO berpengaruh langsung terhadap curah hujan di wilayah Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan dan pengaruh aktivitas DM positif, netral maupun negatif terhadap peningkatan/penurunan curah hujan di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat.

Untuk menjelaskan kondisi fisis dan dinamis atmosfer permukaan digunakan metode analisis komposit secara spasial dan temporal, sedangkan untuk mengetahui ketersediaan uap air dilakukan dengan analisis profil vertikal atmosfer di atas SETIO. Analisis uji korelasi dan determinasi digunakan untuk menjelaskan hubungan dan pengaruh nilai *Dipole Mode Index* (DMI) terhadap curah hujan di wilayah kajian.

Hasil analisis korelasi antara DM positif dan DM negatif terhadap curah hujan di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat menunjukkan angka yang cukup signifikan, sedangkan pada DM netral kurang bisa dijelaskan. Pada DMI lebih besar atau sama dengan 2°C menyebabkan rata-rata penurunan curah hujan di Sumatera bagian selatan sebesar 71,68 % dan di Jawa bagian barat sebesar 76,73%, sedangkan pada DMI lebih kecil atau sama dengan -2°C akan meningkatkan curah hujan rata-rata sebesar 36,75 % dan 86,44 %.

Kata Kunci:

Dipole Mode, SETIO, anomali SPL dan *Dipole Mode Index*

ABSTRACT

Name : Sri Puji Rahayu
Study Program : Magister of Marine Sciences
Title : Influence of Indian Ocean Dipole to Rainfall Variability over Southern part of Sumatera and Western part of Java

Indian Ocean Dipole usually called Dipole Mode (DM) is a natural phenomenon that occurs in the Indian Ocean due to an imbalance of Sea Surface Temperature (SST) between Western Tropical Indian Ocean (WTIO) and Southeastern Tropical Indian Ocean (SETIO). Sea surface temperature anomalies (SSTA) in SETIO directly affects rainfall in Indonesia. This study aims to determine the relationship and the influence of DM activity which is positive neutral or negative toward an increasing or decreasing rainfall in Southern part of Sumatera and Western part of Java.

To explain the physical and dynamic condition of the surface atmosphere the composites analysis methods is used in spatial and temporal, while to quantification the availability of water vapor in atmosphere above SETIO the vertical profile analysis is carried out. Analysis of Correlation test and determination is used to describe the relationship and influence of the Dipole Mode Index (DMI) to rainfall variability in the study area.

The results of correlation analysis between DM positive and negative to rainfall in southern part of Sumatera and western part of Java show a significant level, whereas the neutral DM can not be explained. If Dipole Mode Index (DMI) is greater than or equal to 2°C leads to an average decrease in rainfall in southern part of Sumatera at 71.68% and in the western part of Java for 76.73%, while the DMI is less than or equal to -2°C will increase the average rainfall about 36.75% and 86.44%.

Keywords:

Dipole Mode, SETIO, SST Anomaly and Dipole Mode Index

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	2
Ruang Lingkup Penelitian	3
Tujuan Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kondisi Atmosfer di Wilayah Indonesia	4
Dipol Samudera Hindia	7
El-Nino dan La-Nina	11
Sistim Monsun di Indonesia	12
Pembentukan Awan dan Hujan	14
2.5.1 Proses Pembentukan Awan	14
2.5.2 Proses Pembentukan Hujan	16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Lokasi Penelitian	17
3.2 Data	17
3.2.1 Data Reanalysis	18

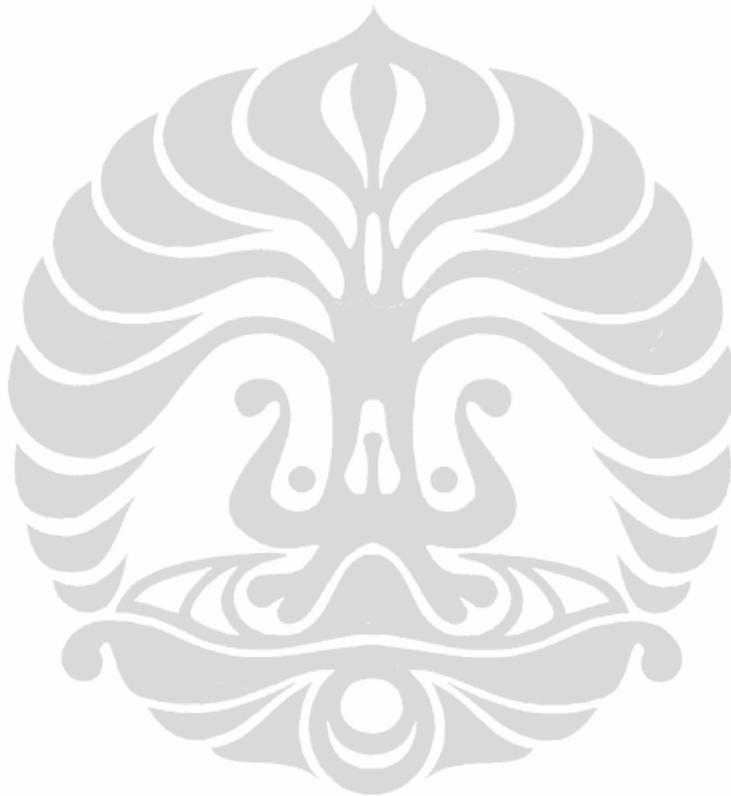
3.2.2	Data Observasi	19
3.3	Pengolahan Data dan Analisis	20
3.3.1	Analisis Fisis - Dinamis	20
3.3.2	Analisis Statistik	22
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1	Gambaran Kondisi Atmosfer di SETIO	25
4.2	Analisis Fisis dan dinamis	31
4.2.1	Hasil Analisis pada bulan DJF	31
4.2.2	Hasil Analisis pada bulan JJA	39
4.2.3	Profil Vertikal Atmosfer di SETIO	47
4.3	Analisis Statistik	50
4.3.1	Hasil Analisis Curah Hujan	50
4.3.2	Hasil Analisis Angin pada DJF dan JJA	52
4.3.3	Hasil Uji Korelasi dan Determinasi	53
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	58
	DAFTAR ACUAN	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Keseimbangan panas Bumi akibat Radiasi Matahari dan Radiasi Bumi	4
Gambar 2.2	Sirkulasi Atmosfer di atas Indonesia	5
Gambar 2.3	Pembagian wilayah Iklim Indonesia dengan pola musonal (A), pola semi musonal atau ekuatorial (B) dan pola anti musonal	6
Gambar 2.4	Rata-rata Curah Hujan Bulanan pada (a) Januari dan (b) Juli (Chang et. al. 2004)	7
Gambar 2.5	Lokasi Dipol Samudera Hindia dan kutub-kutub WTIO dan SETIO (Saji et al. 1999)	8
Gambar 2.6	Proses konveksi dan subsidensi pada periode IOD positif dan IOD negatif	10
Gambar 2.7	Sistem sirkulasi Walker dan lapisan termoklin di Samudera Pasifik pada kondisi normal dan kondisi El-Nino	11
Gambar 2.8	Delineasi wilayah musun	13
Gambar 2.9	Gambaran pola angin pada bulan DJF dan JJA di Indonesia	14
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian di Samudera Hindia Tropis bagian tenggara	17
Gambar 3.2	Diagram alir metodologi penelitian	24
Gambar 4.1	Grafik anomali SPL periode 1981-2010 di atas SETIO	25
Gambar 4.2	Variasi kelembaban spesifik q periode 1981-2010 di atas SETIO	26
Gambar 4.3	Nilai DMI periode 1981-2010 di SETIO	27
Gambar 4.4	Grafik OLRA periode 1981-2010 di atas SETIO	28
Gambar 4.5.a	Anomali suhu permukaan laut di SETIO pada DJF dan tahun DM positif	32
Gambar 4.5.b	Analisa streamline 850 mb di SETIO dan sekitarnya pada DJF dan tahun DM positif	32
Gambar 4.5.c	OLRA di SETIO pada DJF dan tahun DM positif	33
Gambar 4.5.d	Rata-rata anomali curah hujan dalam millimeter per hari pada DJF dan tahun DM positif	33
Gambar 4.6.a	Anomali suhu permukaan laut di SETIO pada DJF dan tahun DM netral	34

Gambar 4.6.b	Analisa streamline 850 mb di SETIO dan sekitarnya pada DJF dan tahun DM netral	35
Gambar 4.6.c	OLRA di SETIO pada DJF dan tahun DM netral	35
Gambar 4.6.d	Rata-rata anomali curah hujan dalam millimeter per hari pada DJF dan tahun DM netral	36
Gambar 4.7.a	Anomali suhu permukaan laut di SETIO pada DJF dan tahun DM negatif	37
Gambar 4.7.b	Analisa streamline 850 mb di SETIO dan sekitarnya pada DJF dan tahun DM negatif	37
Gambar 4.7.c	OLRA di SETIO pada DJF dan tahun DM negatif	38
Gambar 4.7.d	Rata-rata anomali curah hujan dalam millimeter per hari pada DJF dan tahun DM negatif	38
Gambar 4.8.a	Anomali suhu permukaan laut di SETIO pada JJA dan tahun DM positif	39
Gambar 4.8.b	Analisa streamline 850 mb di SETIO dan sekitarnya pada JJA dan tahun DM positif	40
Gambar 4.8.c	OLRA di SETIO pada JJA dan tahun DM positif	40
Gambar 4.8.d	Rata-rata anomali curah hujan dalam millimeter per hari pada JJA dan tahun DM positif	41
Gambar 4.9.a	Anomali suhu permukaan laut di SETIO pada JJA dan tahun DM netral	42
Gambar 4.9.b	Analisa streamline 850 mb di SETIO dan sekitarnya pada JJA dan tahun DM netral	42
Gambar 4.9.c	OLRA di SETIO pada JJA dan tahun DM netral	43
Gambar 4.9.d	Rata-rata anomali curah hujan dalam millimeter per hari pada JJA dan tahun DM netral	43
Gambar 4.10.a	Anomali suhu permukaan laut di SETIO pada JJA dan tahun DM negatif	44
Gambar 4.10.b	Analisa streamline 850 mb di SETIO dan sekitarnya pada JJA dan tahun DM negatif	45
Gambar 4.10.c	OLRA di SETIO pada JJA dan tahun DM negatif	45
Gambar 4.10.d	Rata-rata anomali curah hujan dalam millimeter per hari pada JJA dan tahun DM negatif	46
Gambar 4.11	Pola vertikal <i>dew point depression</i> di SETIO pada bulan DJF dan JJA	48
Gambar 4.12	Pola vertikal <i>cloud Liquid Water Content</i> di SETIO pada bulan DJF dan JJA	48
Gambar 4.13	Pola vertikal angin zonal di SETIO pada bulan DJF dan JJA	48
Gambar 4.14	Pola vertikal angin meridional di SETIO pada bulan DJF dan JJA	49

Gambar 4.15	Persentase penurunan curah hujan pada $DMI \geq 2 \text{ }^\circ\text{C}$ di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat	55
Gambar 4.16	Persentase peningkatan curah hujan pada $DMI \leq -2 \text{ }^\circ\text{C}$ di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat	56



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tahun-tahun kejadian El-Nino (EN) dan La-Nina (LN)	12
Tabel 4.1	Tahun Kejadian DM pada selang waktu DJF dan JJA	29
Tabel 4.2	Tahun kejadian Dipole Mode terlepas dari EN/LN pada periode DJF	30
Tabel 4.3	Tahun kejadian Dipole Mode terlepas dari EN/LN pada periode JJA	30
Tabel 4.4	Rata-rata curah hujan periode 1985-2005 di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat	52
Tabel 4.5	Klimatologi angin di wilayah Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat pada bulan DJF dan JJA	52
Tabel 4.6	Hasil perhitungan koefisien korelasi dan determinasi antara nilai DMI dengan anomali curah hujan periode 1985-2005 di wilayah Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat	54
Tabel 4.7	Persentase penurunan curah hujan pada $DM \geq 2 \text{ }^\circ\text{C}$ dan peningkatan curah hujan pada $DM \leq -2 \text{ }^\circ\text{C}$ di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Grafik curah hujan di wilayah Sumatera Bagian Selatan dan Jawa Bagian Barat	62
Lampiran A.1	Grafik curah hujan di wilayah Sumatera Bagian Selatan ...	62
Lampiran A.1.1	Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985-2005 di Stasiun Meteorologi Sultan Thaha (Jambi)	62
Lampiran A.1.2	Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985-2005 di Stasiun Meteorologi Fatmawati (Bengkulu)	62
Lampiran A.1.3	Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985-2005 di Stasiun Klimatologi Pulau Baai (Bengkulu)	63
Lampiran A.1.4	Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985-2005 di Stasiun Geofisika Kepahiang (Bengkulu)	63
Lampiran A.1.5	Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985-2005 di Stasiun Meteorologi SMB II (Sumatera Selatan)	64
Lampiran A.1.6	Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985-2005 di Stasiun Klimatologi Kenten (Sumatera Selatan)	64
Lampiran A.1.7	Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985-2005 di Stasiun Meteorologi Radin Inten (Lampung)	65
Lampiran B.1	Grafik curah hujan di wilayah Jawa Bagian Barat	65
Lampiran B.1.1	Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985-2005 di Stasiun Meteorologi Serang (Banten)	65
Lampiran B.1.2	Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985-2005 di Stasiun Meteorologi Soekarno Hatta/Cengkareng (Banten)	66
Lampiran B.1.3	Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985-2005 di Stasiun Klimatologi Ciledug/Pondok Betung (Banten)	66
Lampiran B.1.4	Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985-2005 di Stasiun Meteorologi 745/Kemayoran (DKI)	67
Lampiran B.1.5	Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985-2005 di Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok (DKI)	67
Lampiran B.1.6	Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985-2005 di Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma (DKI)	68

Lampiran 2.	Klimatologi angin pada bulan DJF dan JJA di Sumatera Bagian Selatan dan Jawa Bagian Barat	69
Lampiran A.2	Klimatologi angin periode 1992-2011 pada bulan DJF di Sumatera Bagian Selatan dan Jawa Bagian Barat	69
Lampiran A.2.1	Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi Sultan Thaha-Jambi	69
Lampiran A.2.2	Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi Fatmawati-Bengkulu	69
Lampiran A.2.3	Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi SMB II-Sumatera Selatan	70
Lampiran A.2.4	Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi Radin Inten-Lampung	70
Lampiran A.2.5	Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi Serang-Banten	71
Lampiran A.2.6	Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi Soekarno Hatta/Cengkareng-Banten	71
Lampiran A.2.7	Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Klimatologi Pondok Betung-Banten	72
Lampiran A.2.8	Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi 745/Kemayoran-DKI	72
Lampiran A.2.9	Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok-DKI	73
Lampiran A.2.10	Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma-DKI	73
Lampiran B.2	Klimatologi angin periode 1992-2011 pada bulan JJA di Sumatera Bagian Selatan dan Jawa Bagian Barat	74
Lampiran B.2.1	Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi Sultan Thaha-Jambi	74
Lampiran B.2.2	Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi Fatmawati-Bengkulu	74
Lampiran B.2.3	Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi SMB II-Sumatera Selatan	75
Lampiran B.2.4	Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi Radin Inten-Lampung	75

Lampiran B.2.5	Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi Serang-Banten	76
Lampiran B.2.6	Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi Soekarno Hatta/Cengkareng-Banten	76
Lampiran B.2.7	Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Klimatologi Pondok Betung-Banten	77
Lampiran B.2.8	Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi 745/Kemayoran-DKI	77
Lampiran B.2.9	Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok-DKI	78
Lampiran B.2.10	Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma-DKI	78
Lampiran 3.	Dampak DM positif dan DM negatif terhadap penurunan dan peningkatan curah hujan	79
Lampiran A.3	Dampak DM positif dan DM negatif terhadap penurunan dan peningkatan curah hujan bulanan periode 1985-2005 di Sumatera Bagian Selatan	79
Lampiran A.3.1	Grafik sebaran curah hujan bulanan Akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Meteorologi Sultan Thaha-Jambi ...	79
Lampiran A.3.2	Grafik sebaran curah hujan bulanan Akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Meteorologi Fatmawati-Bengkulu ..	79
Lampiran A.3.3	Grafik sebaran curah hujan bulanan Akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Klimatologi Pulau Baai-Bengkulu ..	80
Lampiran A.3.4	Grafik sebaran curah hujan bulanan Akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Geofisika Kepahiang-Bengkulu ...	80
Lampiran A.3.5	Grafik sebaran curah hujan bulanan Akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Meteorologi SMB II - Sumatera Selatan	81
Lampiran A.3.6	Grafik sebaran curah hujan bulanan Akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Klimatologi Kenten - Sumatera Selatan	81
Lampiran A.3.7	Grafik sebaran curah hujan bulanan Akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Meteorologi Radin Inten-Lampung	82
Lampiran B.3	Dampak DM positif dan DM negatif terhadap penurunan dan peningkatan curah hujan bulanan periode 1985-2005 di Jawa Bagian Barat	82

Lampiran B.3.1	Grafik sebaran curah hujan bulanan Akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Meteorologi Serang-Banten	82
Lampiran B.3.2	Grafik sebaran curah hujan bulanan Akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Meteorologi Soekarno Hatta Cengkareng-Banten	83
Lampiran B.3.3	Grafik sebaran curah hujan bulanan Akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Klimatologi Pondok Betung-Banten	83
Lampiran B.3.4	Grafik sebaran curah hujan bulanan Akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Meteorologi 745/Kemayoran - DKI	84
Lampiran B.3.5	Grafik sebaran curah hujan bulanan Akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok-DKI	84
Lampiran B.3.6	Grafik sebaran curah hujan bulanan Akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma - DKI	85
Lampiran 4.	Daftar Singkatan	86
Lampiran 5.	Definisi dalam Operasional	89

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan wilayah kepulauan di sekitar ekuator yang diapit oleh Benua Asia dan Benua Australia, serta Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Wilayah Indonesia terletak pada koordinat 6°LU - 11°LS dan 94°BT - 141°BT . Akibat letak geografis tersebut, secara umum wilayah Indonesia menerima energi gelombang pendek dari sinaran matahari paling banyak dan terus menerus sepanjang tahun, sehingga termasuk dalam iklim daerah tropis. Namun demikian Indonesia juga memiliki curah hujan dan evaporasi yang tinggi. Kedua proses tersebut merupakan hasil proses interaksi laut dan atmosfer melalui pertukaran energi dan keseimbangan neraca massa, akibatnya Indonesia memiliki tutupan awan yang cukup banyak yang dapat menghalangi radiasi gelombang pendek yang tiba di permukaan.

Samudera Hindia memiliki peranan penting dalam pembentukan variasi iklim di wilayah Indonesia. Salah satu fenomena alam yang mirip dengan El-Nino/La Nina tetapi terjadi di Samudera Hindia disebut dengan Moda Dipol Samudera Hindia atau *Indian Ocean Dipole Mode* (IODM). Fenomena IODM atau disingkat DM diidentifikasi berdasarkan suatu indeks yang disebut *Dipole Mode Index* (DMI). Nilai DMI diperoleh dari beda anomali suhu permukaan laut (SPL) di *Western Tropical Indian Ocean* (WTIO) dan SPL di *Southeastern Tropical Indian Ocean* (SETIO). Selanjutnya nilai DMI digunakan sebagai dasar untuk menentukan fase DM.

Secara fisis jika suhu permukaan laut (SPL) Samudera Hindia di kutub WTIO lebih panas dari netralnya dan SPL di kutub SETIO lebih dingin dari netralnya, maka kondisi tersebut mengindikasikan fase **DM positif** dan DMI akan menunjukkan nilai positif. Sebaliknya, jika SPL Samudera Hindia di kutub WTIO lebih dingin dari netralnya sedang SPL di kutub SETIO lebih panas dari netralnya maka kondisi tersebut mengindikasikan fase **DM negatif** dan DMI akan menunjukkan nilai negatif. Aktivitas laut dan atmosfer di SETIO

sangat berpengaruh terhadap curah hujan di wilayah Indonesia, terutama wilayah bagian barat Indonesia.

Peneliti terdahulu telah banyak mempelajari pengaruh DM terhadap curah hujan di wilayah bagian barat Indonesia, tetapi belum banyak yang menjelaskan besar nilai DMI secara kuantitatif yang berdampak langsung pada penurunan atau kenaikan curah hujan secara drastis. Salah satu yang menarik untuk diteliti adalah kondisi fisis dan dinamis di SETIO, sebagai salah satu kutub DM di bagian timur Samudera Hindia Tropis, memiliki variabilitas yang tinggi dan menimbulkan dampak langsung pada curah hujan di wilayah bagian barat Indonesia, termasuk di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat. Dalam penelitian ini akan dipelajari pengaruh atau dampak kondisi fisis dan dinamis di SETIO pada fase DM positif dan DM negatif terhadap variasi curah hujan di wilayah Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat.

1.2 Perumusan Masalah

Fenomena DM di Samudera Hindia merupakan hasil proses pasangan atmosfer dan samudera. Berdasarkan tinjauan fisis dan dinamis hasil reanalisis pola sebaran anomali suhu permukaan laut (ASPL), (Outgoing Longwave Radiation Anomaly (OLRA), Streamline 850, rata-rata curah hujan harian dan profil vertikal atmosfer di wilayah SETIO, serta curah hujan bulanan hasil pengamatan beberapa stasiun di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat mengindikasikan bahwa aktivitas di SETIO memiliki peran dalam pembentukan variasi curah hujan di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat. Dalam penelitian ini permasalahan tersebut ingin diungkapkan dalam pertanyaan ilmiah sebagai berikut:

- a. Bagaimana kondisi fisis dan dinamis atmosfer di SETIO pada fase DM positif, DM netral dan DM negatif pada bulan DJF atau JJA?
- b. Seberapa besar pengaruh DM terhadap variasi curah hujan di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

- a. Wilayah kajian secara spasial dibatasi pada daerah SETIO (10° LS - 0° ; 90° - 110° BT) dan secara temporal pada bulan DJF dan JJA.
- b. Mengetahui kondisi fisis dan dinamis atmosfer di SETIO dan sekitarnya, baik secara horisontal di permukaan maupun vertikal pada ketinggian 1000 milibar sampai dengan 500 milibar.
- c. Fenomena Global yang diamati adalah DM pada fase positif dan negatif.
- d. Mengetahui pengaruh DM positif dan DM negatif terhadap peningkatan atau penurunan curah hujan di wilayah Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat.

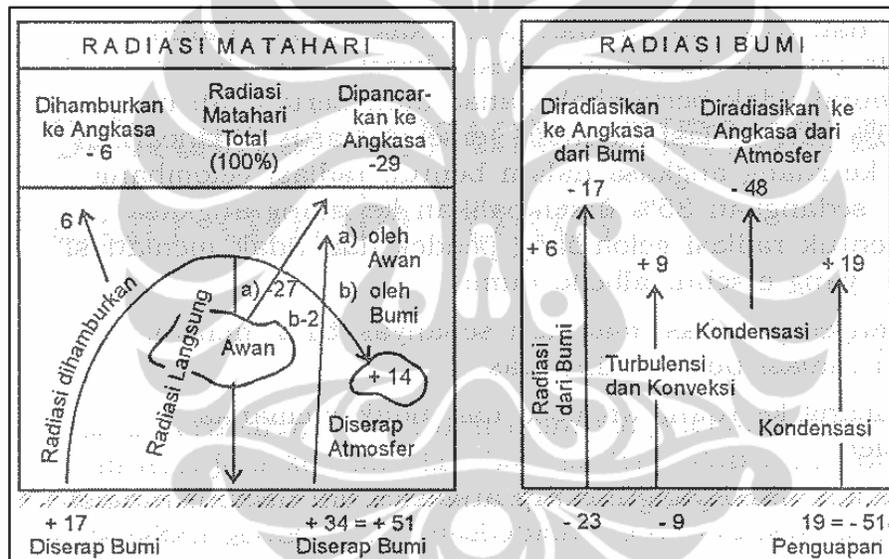
1.4 Tujuan Penelitian

- a. Mempelajari kondisi fisis dinamis atmosfer di SETIO pada DM positif, DM netral dan DM negatif pada bulan DJF atau JJA.
- b. Mengetahui seberapa besar hubungan dan pengaruh DM positif dan DM negatif terhadap variasi curah hujan bulanan di Sumatera bagian Selatan dan Jawa bagian Barat.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kondisi Atmosfer di Wilayah Indonesia

Peredaran atmosfer terbentuk akibat energi dari matahari dan perputaran Bumi. Setiap bagian permukaan Bumi menerima energi matahari tidak dalam jumlah yang sama serta dalam waktu bersamaan. Diperkirakan hanya 65% radiasi matahari yang digunakan untuk memanasi atmosfer, yaitu 14% langsung diserap atmosfer/awan dan 51% diterima permukaan Bumi (Tjasjono, 1999).

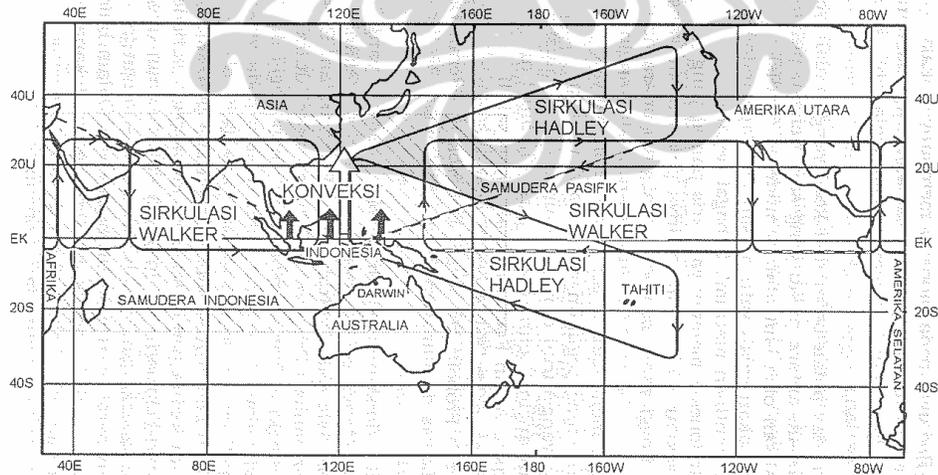


Gambar 2.1 Keseimbangan panas Bumi akibat proses Radiasi Matahari dan Radiasi Bumi (Tjasjono, 1999).

Daerah tropis menerima sinaran matahari paling banyak sehingga menjadi daerah bertekanan rendah, sebaliknya di luar daerah tropis lebih sedikit sehingga memiliki tekanan tinggi. Adanya perbedaan tekanan antar-daerah tersebut mendorong terjadinya aliran massa udara dari daerah tekanan tinggi menuju ke daerah tekanan rendah. Udara di daerah tropis cenderung bergerak ke atas sehingga banyak terbentuk awan-awan konvektif, sedangkan di daerah kutub cenderung bergerak ke bawah. Pola sirkulasi barat-timur (zonal)

terbentuk akibat distribusi lautan dan benua di ekuator, secara berturut-turut mulai dari benua Afrika, Samudera Hindia, Wilayah Indonesia, Samudera Pasifik, benua Amerika bagian Selatan dan Samudera Atlantik. Sedangkan pola sirkulasi utara-selatan (meridional) disebabkan adanya gaya coriolis akibat rotasi bumi, posisi titik ekuinok peredaran matahari ke arah utara-selatan dan kesetimbangan neraca energi. Sebagian besar energi bumi diterima di daerah ekuator sehingga terjadi aliran energi ke daerah sub tropis. Dalam skala global sistem peredaran atmosfer di daerah tropis terdiri atas komponen peredaran dalam arah zonal (**Walker**) dan dalam arah meridional (**Hadley**) (Aldrian, 2008).

Indonesia terletak di daerah tropis dan mendapat pengaruh dari sirkulasi Walker dan Hadley, serta sirkulasi lain berskala meso/lokal yang sangat berperan dalam proses konvektif. Indonesia memiliki kekhasan sebagai pusat konveksi aktif, karena di sebelah barat dan timur wilayah Indonesia terdapat dua samudera luas yang merupakan badan air terluas di dunia. Dalam kondisi normal, di wilayah Indonesia akan terjadi udara naik (konveksi), sedang di daerah samudera Pasifik dan samudera Hindia akan terjadi udara turun (subsudensi).

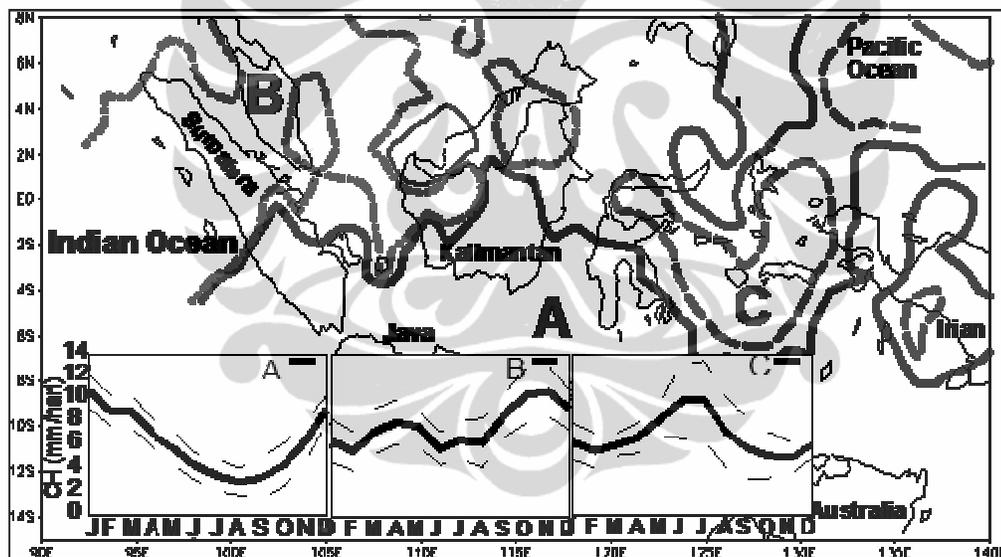


Gambar 2.2 Sirkulasi atmosfer di atas Indonesia (Tjasjono, 1995)

Sirkulasi Walker (zonal) dapat dilihat pada kejadian *Dipole Mode* (DM) di Samudera Hindia dan ENSO di Samudera Pasifik, sedangkan sirkulasi Hadley

dapat diamati pada proses monsun Asia dan monsun Australia. Sirkulasi lokal dapat diamati peranannya dalam proses pembentukan awan-awan konvektif. Ketiga sirkulasi tersebut diatas berakibat pada keragaman iklim di Indonesia (Harijono, 2008).

Wilayah Indonesia mengalami variasi dalam skala musiman yang dikenal sebagai musim hujan dan musim kemarau. Variasi musim ini dibedakan berdasarkan dari banyaknya jumlah curah hujan. Selain itu daerah tropis juga ditandai dengan lemahnya angin permukaan dan tingginya tekanan udara permukaan. Berdasarkan pada pola hujan tahunan, wilayah Indonesia dapat dibagi dalam 3 kelompok wilayah iklim yaitu wilayah dengan pola iklim monsunal (A), pola semi monsunal atau ekuatorial (B) dan pola anti monsunal (C) seperti Gambar 2.3 (Aldrian 2008).

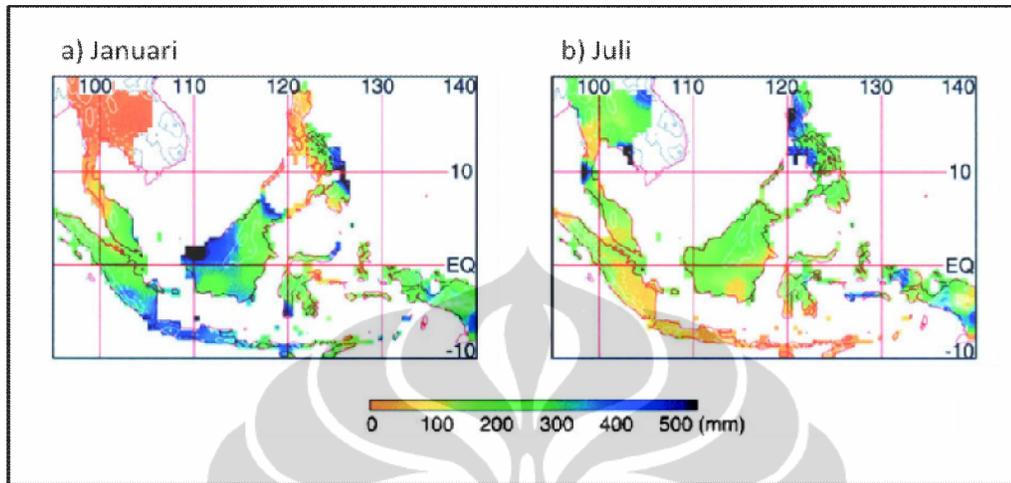


Gambar 2.3 Pembagian wilayah Iklim Indonesia dengan pola monsunal (A), pola semi monsunal atau ekuatorial (B) dan pola anti monsunal (C) (gambar inset) (Aldrian, 2008).

Daerah Sumatera Selatan serta Laut Jawa dan sekitarnya boleh dikatakan sebagai daerah yang benar-benar termasuk dalam kawasan monsun barat. Pada waktu musim barat yang identik dengan musim hujan di daerah tersebut angin benar-benar bertiup dari barat. Pada musim timur yang identik dengan musim kemarau angin benar-benar bertiup dari arah timur. Dilihat dari letak pulau

Universitas Indonesia

Jawa dan Kalimantan, maka laut Jawa seolah-olah sebagai lorong saluran dan mempunyai peran tertentu dalam pembentukan awan dan hujan.



Gambar 2.4 Rata-rata curah hujan bulanan pada (a) Januari dan (b) Juli (Chang *et al.*, 2004).

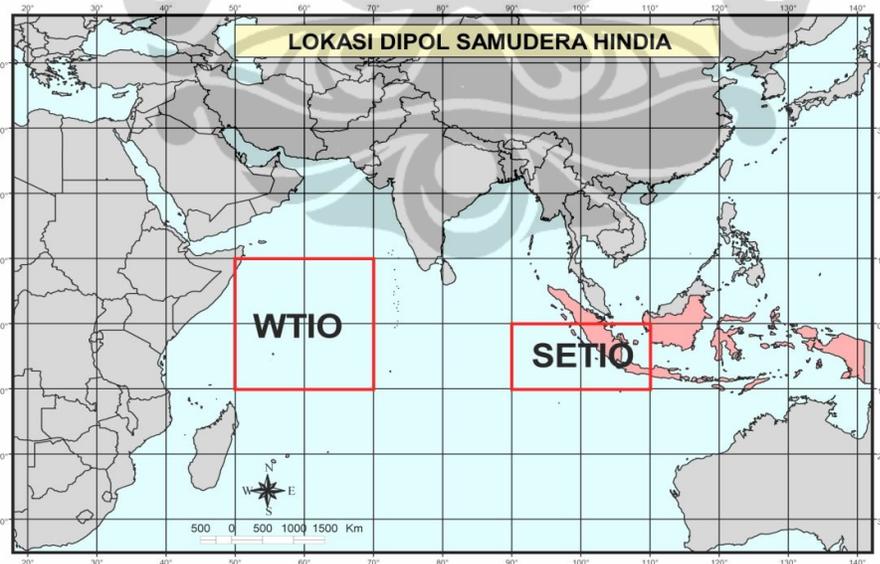
Mulai bulan Oktober angin berangsur bertiup dari barat sampai bulan Maret berkaitan dengan monsun dingin Asia; dan berangsur berubah arah menjadi dari timur berkaitan dengan monsun dingin Australia (Wirjohamidjojo, 2005). *Intertropical Convergence Zone (ITCZ)* di daerah tersebut merupakan batas angin timur laut dari Pasifik Barat yang dibelokkan ke timur karena melintasi khatulistiwa menjadi angin barat, dan angin pasat tenggara dari belahan bumi selatan (Australia) dibelokkan ke timur karena pertukaran momentum dari angin barat tersebut.

2.2 Dipol Samudera Hindia

Samudera Hindia merupakan lautan terbesar ketiga di dunia dengan luas wilayah sekitar 20% dari seluruh perairan di permukaan Bumi. Samudera Hindia memiliki sifat yang unik dan kompleks, karena di bagian utara dibatasi oleh benua Asia dan di bagian selatan merupakan perairan terbuka. Samudera Hindia memiliki total luasan 68.556 juta km² dengan panjang garis pantai mencapai 66.526 km (Pariwono *et al.*, 2003). Proses dinamika Samudera Hindia Tropis di bagian barat (*Western Tropical Indian Ocean = WTIO*)

dengan bagian timur (*Southeastern Tropical Indian Ocean* = SETIO) menunjukkan adanya ketidakseimbangan (Hong *et al.*, 2008). Suhu muka laut di SETIO umumnya lebih hangat dengan *mixed layer* dan lapisan termoklin lebih dalam, kondisi tersebut mendorong proses konvektif atmosfer di daerah tersebut lebih kuat dibandingkan di WTIO. Peningkatan suhu muka laut sedikit saja dapat mengakibatkan besarnya suplai uap air yang mendorong tingginya curah hujan.

Dalam tahun-tahun tertentu terjadi kondisi tidak biasa, dimana di SETIO lebih dingin disertai anomali angin dari timur menuju barat di sepanjang ekuator dan arah tenggara di sepanjang pantai Sumatera. Hal ini menyebabkan proses konvektif di SETIO tertahan dan pada waktu yang bersamaan di WTIO menjadi lebih hangat sehingga memperkuat proses konvektif di wilayah tersebut. Hasil aktifitas pasangan atmosfer-lautan akibat perbedaan anomali suhu permukaan laut, anomali angin, proses konvektif dan kedalaman lapisan termoklin antara WTIO dengan SETIO telah menimbulkan suatu fenomena alam yang disebut dengan Dipol Samudera Hindia atau *Indian Ocean Dipole* (IOD).



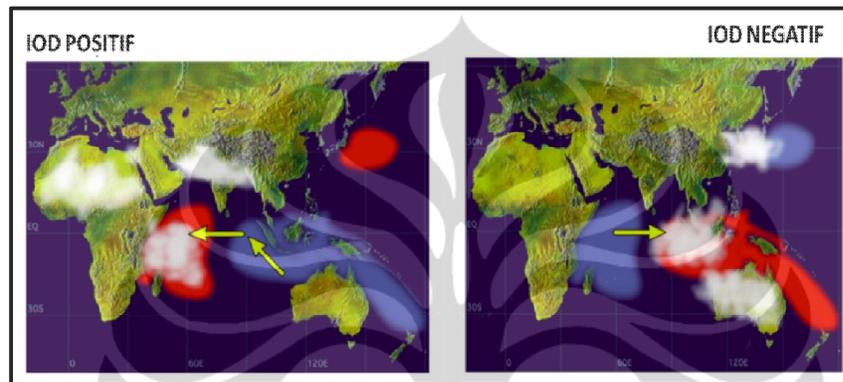
Gambar 2.5 Lokasi Dipol Samudera Hindia dan kutub-kutub WTIO dan SETIO (Saji *et al.*, 1999).

IOD atau biasa juga disebut **Dipole Mode (DM)** merupakan fenomena alam berskala regional yang mirip dengan ENSO tetapi terjadi di Samudera Hindia. DM merupakan fenomena hasil proses pasangan laut dan atmosfer di Samudera Hindia Tropis (Saji *et al.* 1999a). Kemunculan DM sebagai fenomena hasil interaksi atmosfer dan laut di Samudera Hindia Tropis ditandai dengan anomali suhu permukaan laut pada arah zonal (Saji *et al.* 1999; Webster *et al.*, 1999, Yamagata *et al.*, 2003)

Aktivitasnya DM diidentifikasi berdasarkan suatu indeks yang disebut **Dipole Mode Index (DMI)**. Berdasarkan nilai yang ditunjukkan oleh DMI tersebut dapat diidentifikasi fase DM pada kondisi DM positif, DM netral atau DM negatif. Jika SPL Samudera Hindia di WTIO (50° - 70° BT dan 10° S - 10° N; pada lepas pantai benua Afrika) lebih panas dari netralnya dan di SETIO (90° - 110° BT dan 10° S - 0° ; pada barat daya wilayah Indonesia) lebih dingin dari netralnya, maka kondisi ini akan dinyatakan sebagai **DM positif**. Pada kondisi sebaliknya dimana SPL Samudera Hindia di WTIO lebih dingin dari netralnya dan di SETIO lebih panas dari netralnya, maka kondisi ini akan dinyatakan sebagai **DM negatif**. Pada periode DM positif (negatif) di sepanjang pantai timur Afrika terjadi proses konveksi (subsistensi), sedangkan di pantai barat Sumatera sebaliknya terjadi subsidensi (konveksi) seperti pada Gambar 2.6. Jika DMI sangat negatif (jauh dibawah standar deviasi historis), secara fisis menunjukkan bahwa suhu di tengah samudera Hindia lebih hangat daripada di pantai barat Sumatera. Kondisi tersebut mengakibatkan wilayah Indonesia bagian barat akan mengalami kekeringan akibat subsidensi di bagian timur Samudera Hindia serta adanya aliran massa udara menjauhi daerah ini, apabila terjadi sebaliknya maka pada wilayah yang sama akan mengalami curah hujan tinggi.

DM memiliki peranan penting terhadap variasi iklim di bagian barat Indonesia, khususnya untuk wilayah barat Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat, serta berpengaruh terhadap suplai uap air atau pembentukan awan-awan hujan. Variasi DM memberikan implikasi pada perubahan iklim terutama di wilayah Indonesia bagian barat termasuk Sumatera bagian Selatan, Jawa hingga Nusa Tenggara. Pada saat DM negatif akan terjadi tumpukan

awan atau daerah konvektif di wilayah Indonesia bagian barat cukup kuat, pada kondisi sebaliknya ketika DM positif maka di wilayah yang sama akan terjadi subsidensi sebagaimana terlihat pada Gambar 2.6. Pusat konveksi dan subsidensi terbentuk akibat perubahan pola suhu muka laut di daerah yang menjadi indeks DM bagian timur Samudera Hindia Tropis



Gambar 2.6 Proses konveksi (merah) dan subsidensi (biru) pada periode IOD positif dan IOD negatif

(<http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/iod/IOD1.html>)

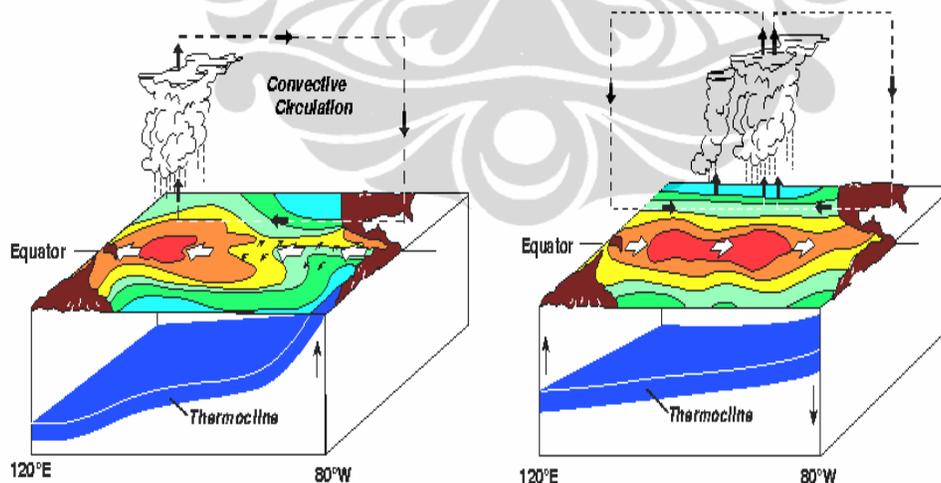
Secara umum jika terjadi DM positif dampaknya terhadap curah hujan di wilayah Indonesia bagian barat akan berkurang, sebaliknya pada kejadian DM negatif curah hujan akan cukup banyak (Wirjohamidjojo, 2010). Yamagata *et al.* (2003) menyebutkan bahwa DM memiliki hubungan dengan sirkulasi meridional di daerah troposfer. Saji *et al.* (2003) mengidentifikasi bahwa sekitar 43 % kejadian DM terlepas dari kejadian El-Nino/La-Nina (EN/LN). Harijono (2009) menyatakan ketika terjadi DM medan angin permukaan di Samudera Hindia tropis mengalami perubahan besar pada komponen zonalnya di ekuator. Peristiwa tersebut timbul mulai pada bulan Juni dan puncaknya pada bulan Oktober kemudian berkurang pada bulan November. Kontribusi efek EN pada DM positif secara simultan menimbulkan pengurangan curah hujan di wilayah Indonesia mulai dari bagian timur, kemudian meningkat di bagian tengah dan menurun lagi di bagian barat. Kekuatan dampak EN dan

Universitas Indonesia

DM terhadap curah hujan mencapai maksimum pada waktu bulan Juni-Juli-Agustus (JJA). Menghubungkan DM dengan fenomena zonal seperti EN kurang tepat, walaupun demikian keberadaan EN sangat berpengaruh terhadap rendahnya curah hujan di wilayah Indonesia.

2.3 El-Nino dan La-Nina

El-Nino (EN) dalam bahasa Spanyol artinya “anak lelaki” merupakan fenomena alam di Samudera Pasifik. Kejadiannya ditandai dengan munculnya arus hangat di sepanjang pantai barat benua Amerika (pantai Equador dan Peru) sekitar bulan Desember dalam beberapa minggu atau bulan dengan periode ulang antara tiga hingga tujuh tahun. Umumnya terjadi karena melemahnya angin pasat timuran yang diikuti dengan adanya pergerakan aliran air hangat dari Samudera Pasifik Barat menuju ke timur hingga mencapai pantai Amerika Selatan. Tercatat peristiwa EN yang serius dan berlangsung selama lebih dari satu tahun yaitu pada tahun 1982-1983 dan 1997-1998. Pada waktu terjadi EN sebagian besar wilayah Indonesia akan mengalami kekeringan, karena bergesernya hujan tropis ke arah timur. Hal ini menimbulkan perubahan pola peredaran atmosfer secara global.



Gambar 2.7 Sistem sirkulasi Walker dan lapisan termoklin di samudera Pasifik pada kondisi normal (kiri) dan kondisi El Niño (kanan).

Peristiwa kebalikan dari EN adalah La Nina (LN) yang dalam bahasa Spanyol berarti ‘anak perempuan’. Terjadinya La Nina ditandai dengan adanya penyimpangan suhu permukaan laut yang lebih dingin di kawasan perairan ekuatorial Pasifik Timur. Kousky dan Higgins (2007) mengidentifikasi tahun-tahun kejadian El Nino dan La Nina berdasarkan kondisi *Ocean Nino Index* (ONI). Klasifikasi yang digunakan adalah jika nilai anomali ONI sekitar 0,5-0,9 maka terjadi EN atau LN lemah, jika nilai anomali ONI 1,0-1,4 terjadi EN atau LN sedang; apabila nilai anomali ONI lebih besar dari 1,5 maka terjadi EN atau LN kuat

Tabel 2.1 Tahun-tahun kejadian El-Nino (EN) dan La-Nina (LN)

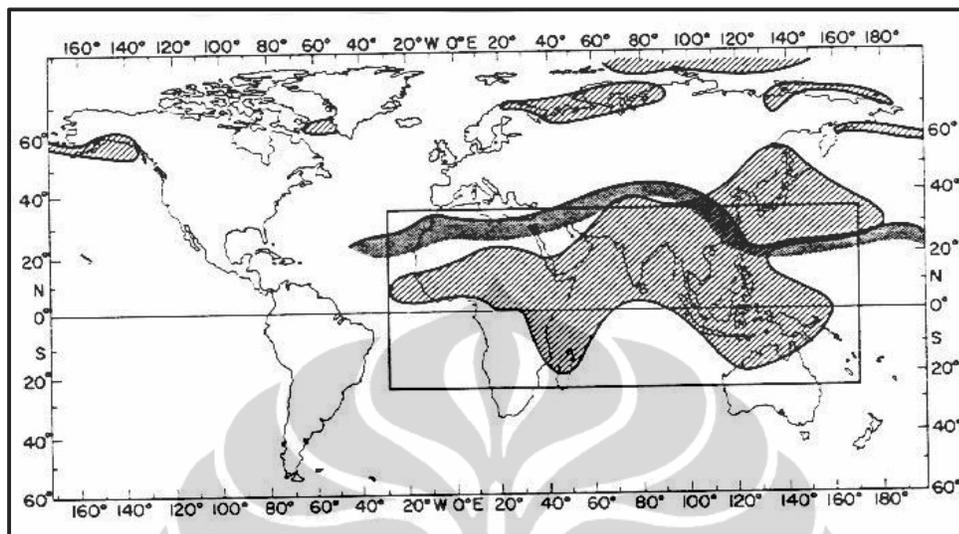
El-Nino			La-Nina		
Lemah	Sedang	Kuat	Lemah	Sedang	Kuat
2004	1986	1982	1984	1998	1988
2006	1987	1991	1995	1999	
	1994	1997	2000	2007	
	2002	2009		2010	

Sumber: Kousky dan Higgins, 2007

2.4 Sistim Monsun di Indonesia

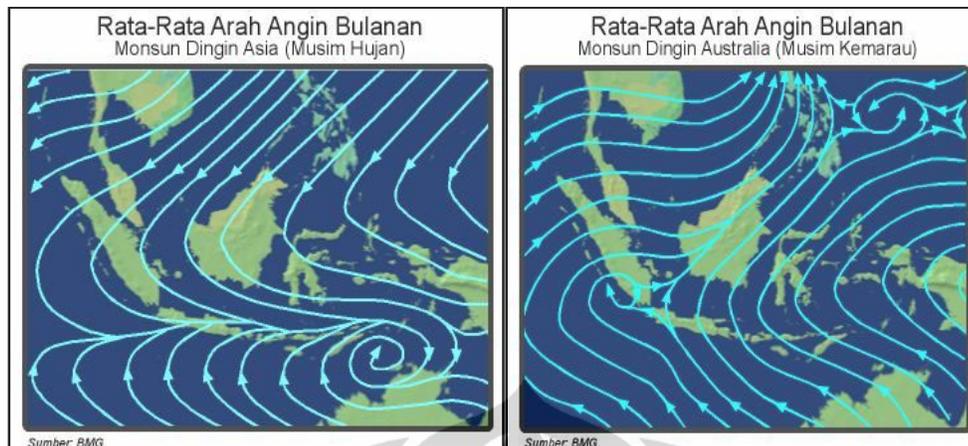
Monsun merupakan fenomena iklim global yang diakibatkan oleh pergerakan matahari ke utara dan selatan terhadap bumi sehingga menimbulkan perbedaan tekanan dan suhu antara benua dan samudera. Selain itu karena mengikuti pola garis pantai, pada daerah tersebut terjadi pusat-pusat konveksi. Menurut Khromov (1957), daerah monsun merupakan daerah dimana arah angin yang dominan berbalik arah paling sedikit 120° antara bulan Januari dan Juli. Januari adalah maksimum musim dingin di BBU dengan suhu rata-rata terendah di BBU dan Juli adalah maksimum musim panas dengan suhu rata-rata tertinggi di BBU.

Universitas Indonesia



Gambar 2.8 Delineasi wilayah monsun (Sumber: Ramage, 1971)

Menurut Ramage (1971), Indonesia termasuk di dalam wilayah kekuasaan monsun, yaitu monsun Asia Selatan, monsun Asia Tenggara dan monsun Australia. Ketiga monsun tersebut berinteraksi membentuk sistem monsun Indonesia. Pada waktu musim dingin (panas) di Asia terjadi aliran udara dari benua Asia (Samudera Hindia) menuju ke Samudera Hindia (benua Asia) yang disebut sebagai monsun dingin (panas) Asia dan sebagian besar wilayah Indonesia di dominasi oleh angin barat (angin timur-tenggara) serta sebagian kecil di bagian barat mengalami angin timur laut (barat daya). Musim angin barat di Indonesia identik dengan musim hujan, sebaliknya musim angin timur identik dengan musim kemarau. Selain monsun Asia, wilayah Indonesia juga dipengaruhi oleh monsun Australia utara.



Gambar 2.9 Gambaran Pola Angin pada bulan DJF (kiri) dan JJA (kanan) di Indonesia. (Sumber: BMG)

2.5 Pembentukan Awan dan Hujan

2.5.1 Proses Pembentukan Awan

Jika lapisan udara stabil mengalami percampuran, maka di bagian atas Awan sebagai bukti adanya air atau uap air di atmosfer. Secara umum awan terbentuk apabila udara basah bergerak vertikal ke atas serta mengalami pendinginan karena mengembang, kemudian sebagian uap air berkondensasi dan membentuk awan. Udara basah merupakan campuran antara uap air dan udara kering. Gerak vertikal yang berpotensi dalam pembentukan awan diantaranya adalah turbulensi mekanis, konveksi, orografi dan kenaikan lambat yang luas.

- Pembentukan Awan akibat Turbulensi Mekanis

Gerak turbulensi terbentuk ketika aliran udara melalui bangunan atau hambatan lainnya akan mengalami pendinginan sedang di bagian bawah mengalami pemanasan. Akibatnya selama udara belum jenuh akan mengalami penurunan suhu terhadap ketinggian (*lapse rate*) secara adiabatik kering. Uap air yang terbawa dalam proses tersebut pada suatu ketinggian dibawah puncak lapisan hambat kemungkinan akan menjadi jenuh dan berkondensasi. Ketinggian dimana mulai terjadi kondensasi disebut ketinggian kondensasi campuran (*Mixing Condensation Level = MCL*) dan merupakan dasar dari

awan yang terbentuk. Awan yang terbentuk umumnya merata (*stratus*) tidak memiliki bentuk tertentu.

- **Pembentukan Awan Konvektif**

Awan konvektif (turbulensi termis) terbentuk apabila udara mengalami pemanasan dekat permukaan bumi sehingga meningkatkan arus konveksi. Awan yang terbentuk berjenis Cumulus (Cu). Ketebalan awan konvektif dari dasar hingga puncak awan berkisar antara satu atau dua kilometer hingga mencapai sepuluh kilometer atau lebih. Cu kecil yang terpisah-pisah dan dalam perkembangannya tidak memungkinkan terjadi hujan disebut Cu cuaca cerah. Adakalanya dalam perkembangan vertikal, Cu terhalang lapisan inversi sehingga puncak awan terpencar ke arah horisontal di bawah lapisan tersebut dan berkembang menjadi awan Stratocumulus (Sc).

Awan Cumulonimbus (Cb) adalah awan konvektif dengan tinggi dasar awan kadang kurang dari satu kilometer dan puncak lebih dari sepuluh kilometer. Puncak awan Cb tampak seperti tapal kuda yang terpencar mendatar akibat terhalang lapisan inversi di atasnya. Kecepatan arus udara ke atas mencapai lebih dari sepuluh kilometer per detik sehingga dapat menahan jatuhnya tetes air, tetapi jika terjadi gangguan dan melemah akan terjadi hujan lebat disertai badai guntur.

- **Pembentukan Awan Orografi**

Awan orografi terbentuk akibat udara dipaksa naik melalui lereng gunung. Jenis awan yang terbentuk tergantung pada kondisi stabilitas udara. Pada udara stabil terbentuk awan Stratus (St) dan pada udara basah labil akan terbentuk awan Cu atau Cb. Umumnya awan orografi terbentuk secara terus-menerus di lereng-lereng gunung di daerah angin datang (*leeward*) sedang di balik gunung (*backward*) udara cerah.

- **Pembentukan Awan akibat Kenaikan Lambat yang luas**

Awan juga dapat terjadi pada daerah yang luas akibat gerak udara vertikal yang dipengaruhi sistem tekanan rendah (depresi) atau tekanan tinggi (antisiklon).

2.5.2 Proses Pembentukan Hujan

Partikel awan (tetes air) terbentuk pada inti kondensasi dan dibedakan dalam tiga kelompok berdasarkan ukurannya, yaitu inti biasa (diameter $<0,1 \mu$), inti besar (diameter $0,1-1,0 \mu$) dan inti sangat besar (diameter $>0,1 \mu$).

- **Pertumbuhan Partikel Awan**

Faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan awan diantaranya kelembaban udara sekitar, tegangan permukaan, sifat inti kondensasi dan kecepatan pemindahan panas laten dengan udara sekitar. Pada proses awal, inti mengalami kondensasi sangat cepat hingga batas tertentu dan selanjutnya secara perlahan. Akan tetapi hasil proses kondensasi tersebut tidak akan memperoleh tetes air dengan diameter $>30 \mu$. Untuk mempelajari tetes air yang lebih besar dapat dijelaskan melalui metode benturan dan penggabungan.

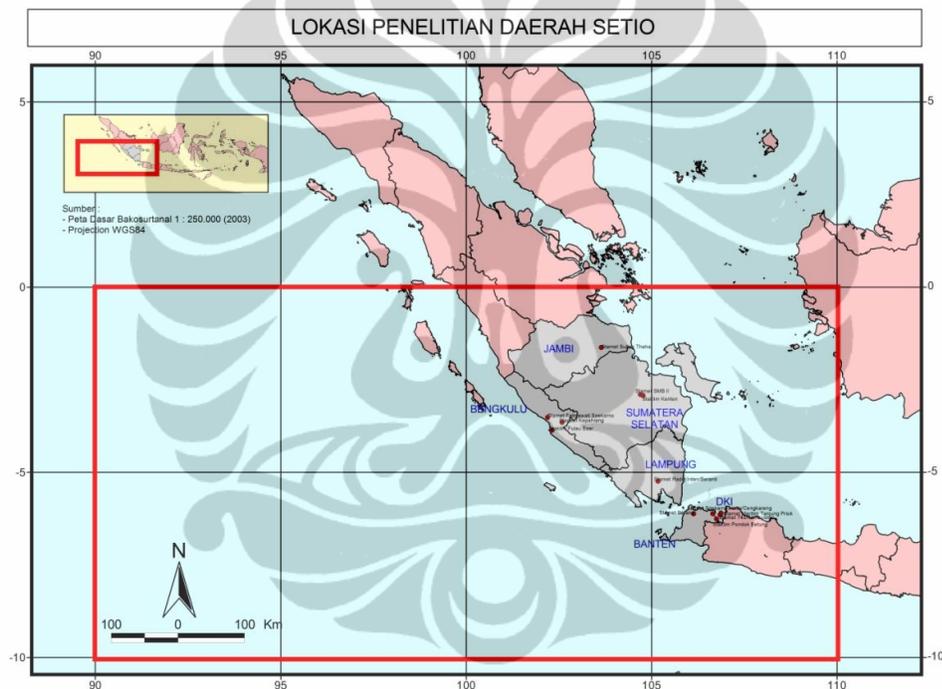
- **Proses Benturan dan Penggabungan**

Tetes-tetes air yang terangkat oleh arus udara naik akan terjatuh sedikit ke bawah dan pada waktu yang bersamaan ditimpa oleh tetes air yang lebih besar. Apabila tetes-tetes air tersebut bergabung hingga mencapai diameter sekitar 18μ maka akan terjadi proses benturan antara satu dengan lainnya. Proses Benturan dan Penggabungan ini penting dalam pembentukan awan-awan hujan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah perairan di sebelah tenggara Samudera Hindia Tropis (SETIO) dan sekitarnya. Daerah tersebut dibatasi koordinat 10° LS - Ekuator, 90° - 110° BT. Sedangkan untuk pengamatan curah hujan dipilih beberapa titik stasiun pengamat yang terletak di Sumatera bagian Selatan dan Jawa bagian Barat.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian di Samudera Hindia Tropis bagian Tenggara

3.2 Data

Dalam penelitian ini digunakan data reanalisis parameter laut dan atmosfer dalam periode tahun 1981-2010 dari *The National Centers for Atmospheric Prediction and the National Center for Atmospheric Research (NCEP-NCAR)* dan *Japanese-25years ReAnalysis JMA Climate Data Assimilation System (JRA-JCDAS)*, sedangkan data hasil observasi curah hujan dan angin permukaan

diambil dari beberapa stasiun pengamat BMKG di wilayah Sumatera bagian Selatan dan Jawa bagian Barat.

3.2.1 Data Reanalysis

Data beberapa parameter atmosfer dan laut di atas wilayah SETIO pada koordinat $10^{\circ}\text{LS} - 0^{\circ}$; $90^{\circ} - 110^{\circ}$ BT diambil dari hasil reanalisis dari JRA-JCDAS yang dapat diakses melalui web dengan alamat <http://jra.kishou.go.jp/itacs/analyze/index1.php> dan dari NCEP-NCAR dengan alamat <http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/getpage.pl>

a. Data Anomali Suhu Permukaan Laut (A-SPL)

Data Reanalysis A-SPL untuk wilayah SETIO periode 1981-2010 di-download dari JRA-JCDAS dengan alamat:

<http://jra.kishou.go.jp/itacs/analyze/index1.php>

Data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik untuk menjelaskan kondisi atmosfer di wilayah tersebut.

b. Data *Outgoing Longwave Radiation* (OLRA)

Data Reanalysis OLRA untuk wilayah SETIO periode 1981-2010 di-download dari JRA-JCDAS dengan alamat:

<http://jra.kishou.go.jp/itacs/analyze/index1.php>

Data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik untuk menjelaskan kondisi atmosfer di wilayah tersebut terkait dengan perubahan A-SPL.

c. Data *Dipole Mode Index* (DMI)

Dataset DMI periode 1981- 2010 diperoleh dari *Japan Agency for Marine - Earth Science and Technology* (JAMSTEC) dengan alamat:

http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/iod/DATA/dmi_HadISST.txt;

<http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/iod/HTML/Dipole%20Mode%20Index.html>.

Nilai DMI disusun dalam bentuk Tabel dan digunakan untuk identifikasi tahun-tahun kejadian Dipole Mode (DM) positif, netral dan negatif. Sedangkan data DMI periode 1985-2005 digunakan untuk menghitung korelasi dengan anomali curah hujan, serta prosentase peningkatan atau penurunan curah hujan.

- d. **Data dari NCEP-NCAR** pada tahun-tahun DM positif, netral dan negatif di Samudera Hindia dan sekitarnya di download dengan alamat:

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl>

Data terdiri dari Anomali SPL, Streamline lapisan 850 mb dan OLRA, serta rata-rata harian curah hujan.

3.2.2 Data Observasi

a. Data Hujan

Data curah hujan bulanan dalam periode tahun 1985 - 2005 dipilih yang lengkap dari beberapa stasiun pengamat BMKG mewakili daerah Sumatera bagian selatan yaitu Stasiun Meteorologi Sultan Thaha (Jambi), Stasiun Meteorologi Fatmawati, Stasiun Klimatologi Pulau Baai dan Stageof Kepahiang (Bengkulu), Stasiun Meteorologi SMB II dan Stasiun Klimatologi Kenten (Palembang), Stasiun Meteorologi Beranti/Radin Inten (Lampung), sedang wilayah Jawa bagian Barat diwakili oleh Stasiun Meteorologi Serang, Stasiun Meteorologi Cengkareng/Soekarno Hatta dan Stasiun Klimatologi Ciledug/Pondok Betung (Banten), Stasiun Meteorologi Jakarta Observatory/745/Kemayoran, Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma dan Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok (DKI Jakarta).

b. Data Angin Permukaan

Digunakan data angin 3 jam-an dalam periode tahun 1992 - 2011 dari beberapa stasiun pengamat BMKG yang ada di Sumatera bagian selatan yaitu Stasiun Meteorologi Sultan Thaha (Jambi), Stasiun Meteorologi Padang Kemiling/Fatmawati (Bengkulu), Stasiun Meteorologi Talang Betutu/SMB II

Universitas Indonesia

(Palembang) dan Stasiun Meteorologi Teluk Betung-Beranti/Radin Inten (Lampung). Sedangkan wilayah Jawa bagian Barat diwakili oleh Stasiun Meteorologi Serang, Stasiun Meteorologi Cengkareng/Soekarno Hatta dan Stasiun Klimatologi Ciledug/Pondok Betung (Banten), Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma, Stasiun Meteorologi Jakarta Observatoy/745/Kemayoran dan Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok (DKI Jakarta).

3.3 Pengolahan Data dan Analisis

Di wilayah Indonesia bulan Desember-Januari-Februari (DJF) dianggap mewakili bulan-bulan basah atau musim penghujan, sedangkan bulan Juni-Juli-Agustus (JJA) mewakili bulan-bulan kering atau musim kemarau. Identifikasi tahun kejadian DM positif/netral/negatif pada bulan DJF dan JJA dilakukan dengan ketentuan jika:

- Nilai $DMI > 0,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$, dimasukkan dalam kelompok **DM Positif**,
- Nilai $-0,4 \text{ }^{\circ}\text{C} \leq DMI \leq 0,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$, dimasukkan dalam kelompok **DM Netral**,
- Nilai $DMI < -0,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$, dimasukkan dalam kelompok **DM Negatif**.

Untuk mendapatkan tahun kejadian DM yang terlepas dari pengaruh El-Nino-La Nina (EN/LN) maka hasil klasifikasi tahun kejadian tersebut direduksi lagi dengan cara memisahkan tahun-tahun kejadian yang bersamaan dengan kejadian EN/LN.

Pada penelitian ini digunakan metode analisis fisis dan dinamis untuk mengetahui kondisi atmosfer di atas SETIO, sedangkan uji korelasi dan determinasi digunakan untuk mengetahui hubungan dan pengaruh DM terhadap prosentase penambahan/penurunan curah hujan di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat.

3.3.1 Analisis Fisis-Dinamis

Gambaran kondisi fisis dan dinamis atmosfer diatas SETIO dan sekitarnya dijelaskan berdasarkan hasil analisis berikut ini:

Universitas Indonesia

a. Grafik Distribusi A-SPL, OLRA dan q

Data anomali SPL, OLRA dan kelembaban spesifik dipilih dengan batasan sebagai berikut:

- Periode : Tahun 1981 – 2010
- Domain : 10° LS – Ekuator, 90° BT – 110° BT
- Resolusi Spasial : 2.5° x 2.5°
- Resolusi Temporal : Bulanan

Data tersebut disusun dalam bentuk Tabel, kemudian dibuat grafik A-SPL, OLRA dan q dengan Ms. Excel untuk menggambarkan variasi kondisi fisis secara umum di SETIO dan sekitarnya.

b. Analisis Komposit

Untuk menjelaskan kondisi fisis dan dinamis atmosfer di SETIO dan sekitarnya pada bulan DJF dan JJA ketika tahun DM positif, DM netral atau DM negatif dilakukan dengan analisis komposit (*Composites Analysis*). Data yang digunakan adalah data A-SPL, streamline 850 mb, OLRA, serta rata-rata harian curah hujan.

c. Pola Profil Vertikal Atmosfer diatas SETIO

Untuk menjelaskan kondisi fisis dan dinamis atmosfer diatas SETIO pada bulan DJF dan JJA ketika DM positif, DM netral atau DM negatif secara vertikal digunakan Data *Dew Point Depression* (DPD) atau (T-Td), *Cloud Liquid Water Content* (LCW), angin zonal dan meridional pada lapisan 1000 mb - 500 mb.

Data DPD digunakan untuk identifikasi pembentukan dasar awan di lapisan troposfer bawah, data LCW untuk menjelaskan massa air di awan yang terdapat dalam sejumlah udara kering. Sedangkan data angin zonal (*U-Wind*) dan meridional (*V-Wind*) digunakan untuk menjelaskan pola angin dalam arah Timur-Barat dan arah Utara-Selatan pada ketinggian 1000 mb - 500 mb. Profil vertikal digambar dengan menggunakan Microsoft Excel.

Universitas Indonesia

3.3.2 Analisis Statistik

a. Data Hujan

Data hujan bulanan dari beberapa stasiun pengamat yang mewakili wilayah Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat, dibuat rata-rata dan anomalnya dengan Ms. Excel. Untuk perhitungan rata-rata curah hujan digunakan persamaan:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana: \bar{X} = Nilai rata-rata, X_i = data ke-i dan n = banyaknya data.

Sedangkan nilai anomali curah hujan (A-CH atau X_a) dihitung dengan persamaan:

$$X_a = \left(\frac{X_i - X_r}{s} \right) \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

dimana S = Standar deviasi, serta dihitung dengan persamaan:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_r)^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

Nilai rata-rata curah hujan bulanan (\bar{X}) digunakan untuk menghitung anomali curah hujan (X_a) di wilayah Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat. Selanjutnya nilai X_a dan DMI digunakan untuk perhitungan nilai korelasi dan determinasi. Untuk keperluan analisis korelasi Tabel sesuai kebutuhan dan menggunakan persamaan (3.4) dan (3.5).

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)\}}} \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

dimana r_{xy} = nilai koefisien korelasi, x = nilai DMI, y = anomali curah hujan bulanan ($=X_a$) di stasiun BMKG.

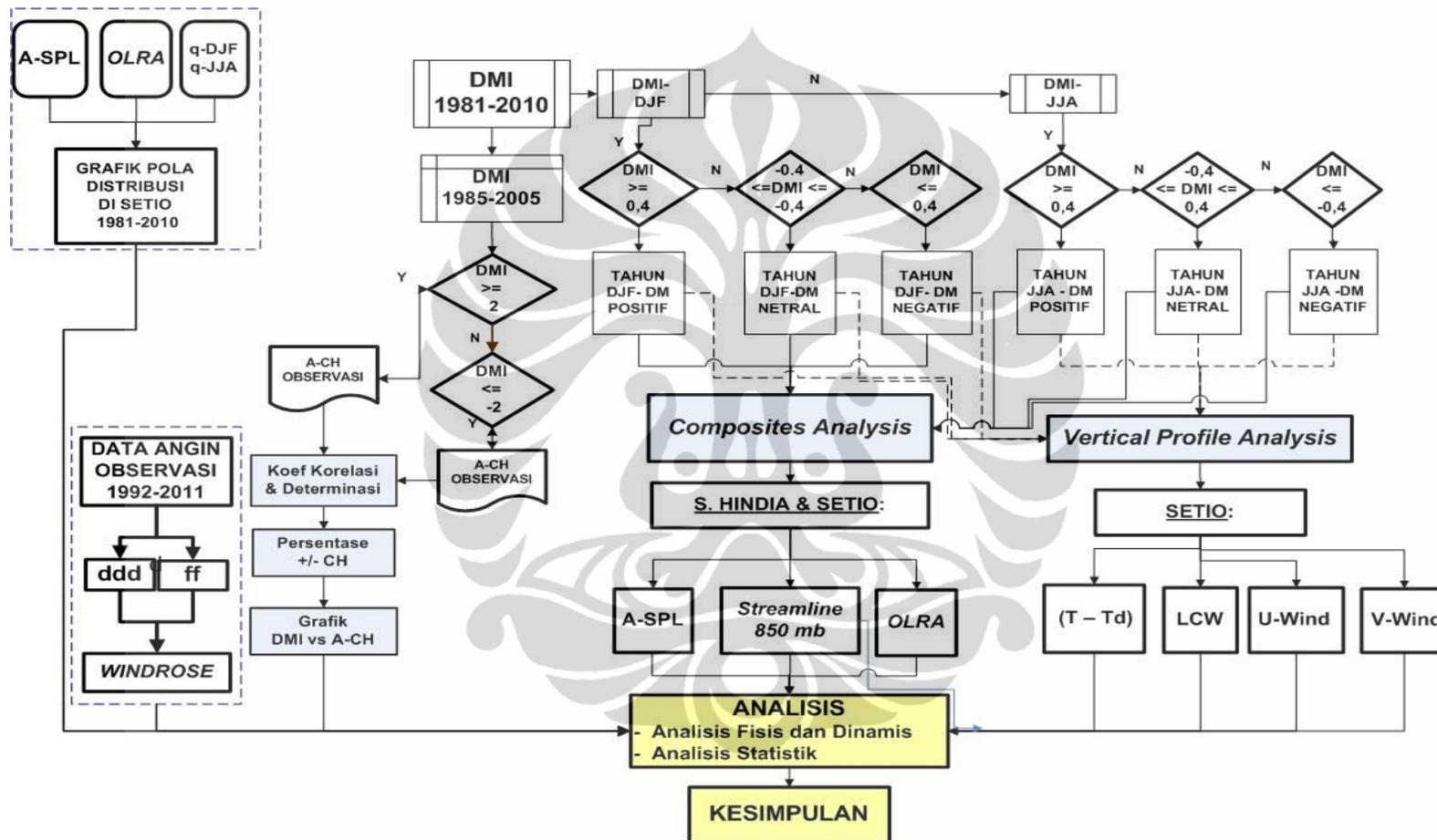
Universitas Indonesia

Sedangkan koefisien determinasi X^2 dihitung dengan persamaan:

$$X^2 = (r_{xy})^2 \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

b. Data Angin

Data arah dan kecepatan angin hasil pengamatan 3 jam-an dari beberapa stasiun pengamat BMKG di wilayah Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat akan digambar dalam bentuk *Windrose* dengan menggunakan software WRPLOT. Distribusi frekuensi arah angin (ddd) dikelompokkan dalam delapan kelompok dengan interval 45 derajat mengikuti delapan arah mata angin dimulai dengan kelompok pertama dengan arah 337,5 - 22,5 atau arah antara Barat Laut - Timur Laut, arah 22,5 - 67,5 atau arah antara Timur Laut - Tenggara dan seterusnya. Sedangkan distribusi frekuensi kecepatan angin (ff) dibagi dalam 7 kelompok, yaitu untuk $ff < 1$ knot dikelompokkan angin "*Calm*", selanjutnya kelompok dengan ff antara 1 - 4 knot, 4 - 7 knot, 7 - 11 knot, 11 - 17 knot, 17 - 21 knot dan $ff \geq 22$ knot dan digambarkan dengan lingkaran-lingkaran sebagai pusat adalah kecepatan angin *Calm*. Kecepatan angin dibedakan dengan warna-warna.

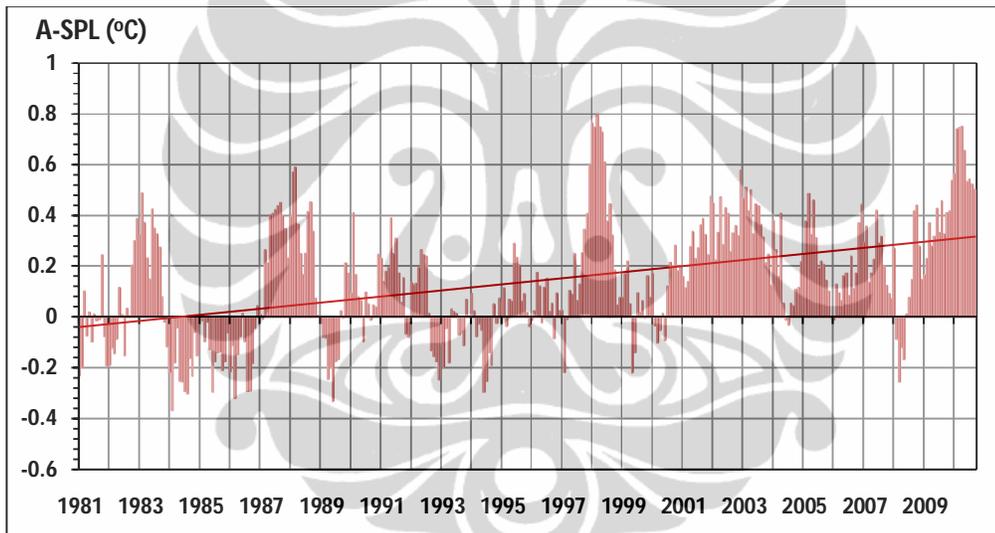


Gambar 3.2 Diagram alir metodologi penelitian

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Kondisi Atmosfer di SETIO

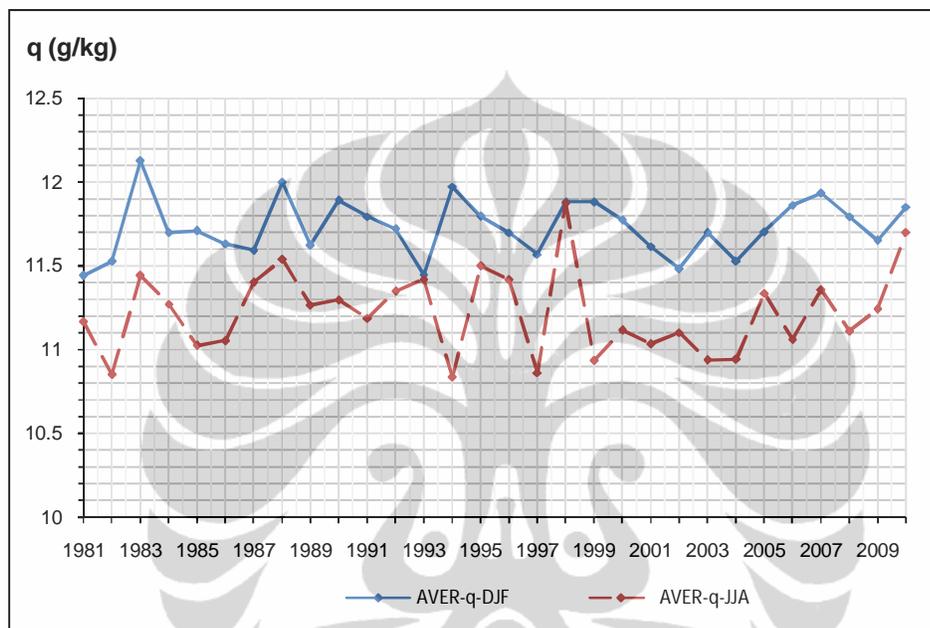
Secara umum kondisi fisis atmosfer di atas SETIO selama periode 1981-2010 dijelaskan berdasarkan perubahan nilai anomali suhu permukaan laut (ASPL), anomali radiasi gelombang panjang (*Outgoing Longwave Radiation Anomaly* = OLRA) dan nilai *Dipole Mode Index* (DMI). Sedangkan data kelembaban spesifik (q) pada bulan DJF dan JJA digunakan untuk menjelaskan kondisi ketersediaan uap air di atmosfer pada wilayah SETIO bertepatan dengan musim penghujan dan musim kemarau di wilayah Indonesia.



Gambar 4.1 Grafik anomali SPL ($^{\circ}\text{C}$) periode 1981-2010 di atas SETIO

Perubahan nilai ASPL di SETIO menunjukkan kecenderungan meningkat, terutama dalam periode sepuluh tahun terakhir (tahun 2000-2010) dengan sedikit variasi, dibandingkan dengan nilai ASPL dalam periode sepuluh tahun sebelumnya (Gambar 4.1). Pada beberapa tahun terlihat kenaikan nilai ASPL yang cukup tinggi, antara lain kejadian pada tahun 1983 yaitu sekitar $0,48^{\circ}\text{C}$, tahun 1988 hampir mencapai $0,58^{\circ}\text{C}$, tahun 1998 mencapai $0,8^{\circ}\text{C}$ dan tahun 2010 hampir mencapai $0,74^{\circ}\text{C}$. Hal ini diduga sebagai dampak kejadian EN pada

satu tahun sebelumnya seperti terlihat pada Tabel 2.1, yaitu pada tahun 1982 (EN kuat), 1987 (EN sedang), 1997 (EN kuat), 2002 (EN sedang) dan 2009 (EN kuat). Umumnya pada waktu terjadi EN nilai SPL di wilayah perairan Indonesia lebih dingin sehingga laut perlu meningkatkan SPL untuk memulihkan hingga mencapai kondisi normal.



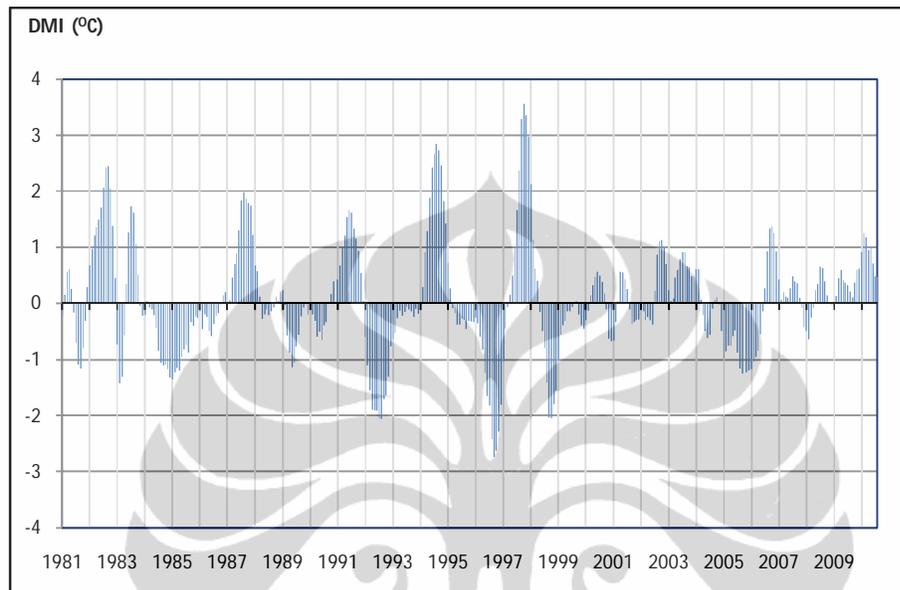
Gambar 4.2 Variasi kelembaban spesifik - q (g/kg) periode 1981-2010 di atas SETIO

Secara umum ketersediaan uap air di SETIO dalam periode 1981-2010 pada bulan DJF selalu lebih tinggi dibandingkan pada bulan JJA seperti terlihat pada Gambar 4.2. Namun demikian pada tahun 1994 terlihat variasi q yang cukup besar dimana pada bulan JJA nilai q sebesar 10,8 g/kg dan pada DJF menunjukkan nilai q sebesar 12 g/kg. Pada 1998 nilai q-DJF hampir sama dengan q-JJA, yaitu sekitar 11,9 g/kg, ini mengindikasikan bahwa pada tahun tersebut hampir sepanjang tahun ketersediaan uap air di atmosfer cukup banyak.

Variasi nilai DMI selama periode 1981-2010 diperlihatkan seperti Gambar 4.3. Pada periode sepuluh tahun terakhir sejak tahun 2000 sampai 2010, variasi DMI sudah sangat berkurang dibandingkan dengan periode sepuluh tahun sebelumnya.

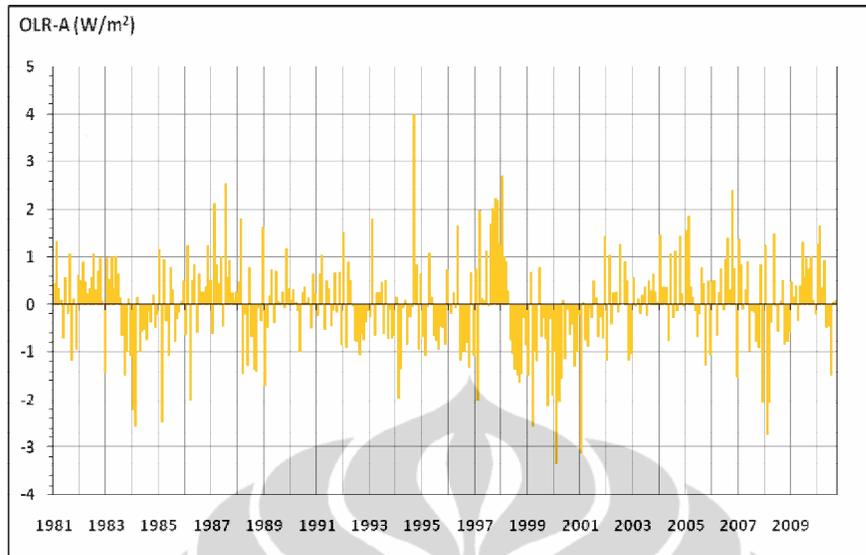
Universitas Indonesia

Pada Gambar 4.3 terlihat nilai DMI pada tahun 1996 negatif sekitar $-2,8^{\circ}\text{C}$, diikuti berikutnya pada tahun 1997 mencapai nilai positif sekitar $3,6^{\circ}\text{C}$.



Gambar 4.3 Nilai DMI periode 1981-2010 di SETIO

Hal ini menunjukkan adanya perubahan nilai DMI yang cukup signifikan. Pada beberapa kejadian menunjukkan nilai DMI yang cukup tinggi terjadi secara bersamaan atau terlepas dari kejadian EN/LN, yaitu pada tahun 1994 dengan DMI sebesar $2,9^{\circ}\text{C}$, tahun 1996 dengan DMI sebesar $-2,8^{\circ}\text{C}$ dan tahun 1997 dengan DMI sebesar $3,6^{\circ}\text{C}$. Pada tahun 1994 terjadi anomali dimana DMI menunjukkan nilai positif sebagaimana terlihat pada Gambar 4.3, secara fisis dapat dijelaskan bahwa pada kondisi tersebut seharusnya di kutub barat (WTIO) terjadi proses konveksi dan di kutub timur (SETIO) terjadi proses subsidensi, tetapi grafik OLRA menunjukkan nilai negatif sebagaimana terlihat pada Gambar 4.4. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahun 1994 di SETIO tetap terjadi banyak awan sehingga menghalangi radiasi balik gelombang panjang dari Bumi menuju atmosfer.



Gambar 4.4 Grafik OLRA (W/m^2) periode 1981-2010 di atas SETIO

Jika diperhatikan pada tahun 1998, di SETIO nilai ASPL sangat tinggi yaitu sebesar $0,8\text{ }^\circ\text{C}$ dan nilai q baik pada bulan DJF maupun JJA sebesar $11,9\text{ g/kg}$, tetapi terlihat pada Gambar 4.3 nilai DMI sebesar positif $3,5\text{ }^\circ\text{C}$. Hal ini menjelaskan bahwa di Samudera Hindia bagian tengah (WTIO) lebih hangat dibanding di SETIO, sehingga di WTIO mengalami proses konveksi sebaliknya di SETIO terjadi proses subsidensi. Dampaknya pada atmosfer di SETIO hanya sedikit awan yang terbentuk sebagaimana ditunjukkan dengan nilai OLRA yang tetap tinggi yaitu sekitar $2,6\text{ W/m}^2$. Keterkaitan antara perubahan nilai ASPL, OLRA dan DMI merupakan bukti adanya proses interaksi antara samudera dan atmosfer di SETIO.

- **Identifikasi Tahun Kejadian Dipole Mode**

Nilai DMI berturut-turut selama bulan DJF dan JJA selama periode 1981-2010 dibuat sebagai dasar untuk klasifikasi kejadian DM. Hasil klasifikasi tersebut dibedakan ke dalam 3 kelompok kejadian yaitu DM positif, DM netral dan DM negatif seperti terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Tahun Kejadian DM pada selang waktu DJF dan JJA

DJF			JJA		
DM (+)	DM (N)	DM (-)	DM (+)	DM (N)	DM (-)
	1979/1980				1980
	1980/1981				1981
1981/1982			1982		
		1982/1983	1983		
	1983/1984				1984
		1984/1985			1985
	1985/1986			1986	
	1986/1987		1987		
1987/1988				1988	
	1988/1989				1989
	1989/1990			1990	
1990/1991			1991		
		1991/1992			1992
		1992/1993		1993	
	1993/1994		1994		
1994/1995				1995	
	1995/1996				1996
		1996/1997	1997		
1997/1998					1998
		1998/1999		1999	
	1999/2000		2000		
		2000/2001		2001	
	2001/2002			2002	
	2002/2003		2003		
2003/2004			2004		
		2004/2005			2005
		2005/2006		2006	
2006/2007				2007	
		2007/2008	2008		
	2008/2009			2009	
2009/2010			2010		

Catatan : Tahun DM yang terlepas dari EN/LN ditandai dengan angka tebal

Universitas Indonesia

Selanjutnya hasil klasifikasi tersebut diatas harus direduksi lagi dengan mengeluarkan tahun kejadian yang bersamaan dengan tahun El-Nino dan La-Nina (EN/LN) dengan tujuan untuk menemukan tahun kejadian DM positif, DM netral dan DM negatif yang terlepas dari EN/LN dan hasilnya seperti terlihat pada Tabel 4.2 dan 4.3.

Tabel 4.2 Tahun Kejadian Dipole Mode Terlepas dari EN/LN pada periode DJF

	DM-Positif		DM-Netral		DM-Negatif	
	Tahun	Rata-rata Indeks	Tahun	Rata-rata Indeks	Tahun	Rata-rata Indeks
1	1987/1988	0.82366	1983/1984	-0.12816	1992/1993	-0.64053
2	2003/2004	0.57378	1989/1990	-0.17052	1996/1997	-1.09575
3			1993/1994	0.02190	2004/2005	-0.77587
4			1995/1996	-0.31206	2005/2006	-1.13241
5			2001/2002	-0.15457		
6			2008/2009	0.02106		

Tabel 4.3 Tahun Kejadian Dipole Mode Terlepas dari EN/LN pada periode JJA

	DM-Positif		DM-Netral		DM-Negatif	
	Tahun	Rata-rata Indeks	Tahun	Rata-rata Indeks	Tahun	Rata-rata Indeks
1	1983	1.53318	1993	-0.10464	1985	-0.81175
2	2003	0.87146			1989	-0.79636
3					1992	-1.99968
4					1996	-1.95987
5					2005	-0.83419

Selanjutnya analisis fisis dan dinamis di SETIO dan sekitarnya didasarkan pada hasil reanalisis data ASPL, Streamline lapisan 850 mb, OLRA dan curah hujan serta profil vertikal parameter atmosfer dalam bulan DJF dan JJA pada tahun-tahun terjadi DM positif, DM netral maupun DM negatif.

4.2 Analisis Fisis dan Dinamis di SETIO

Analisis fisis dan dinamis dilakukan secara spasial di SETIO dan sekitarnya dan secara temporal dengan membandingkan kondisi pada bulan DJF dan JJA.

4.2.1 Hasil Analisis pada bulan DJF

Kondisi perairan di Samudera Hindia Tropis bagian timur (SETIO) pada DJF dianalisis menggunakan data pada tahun DM positif (1987/1988 dan 2003/2004), DM netral (1983/1984, 1989/1990, 1993/1994, 1995/1996, 2001/2002 dan 2008/2009) serta DM negatif (1992/1993, 1996/1997, 2004/2005 dan 2005/2006).

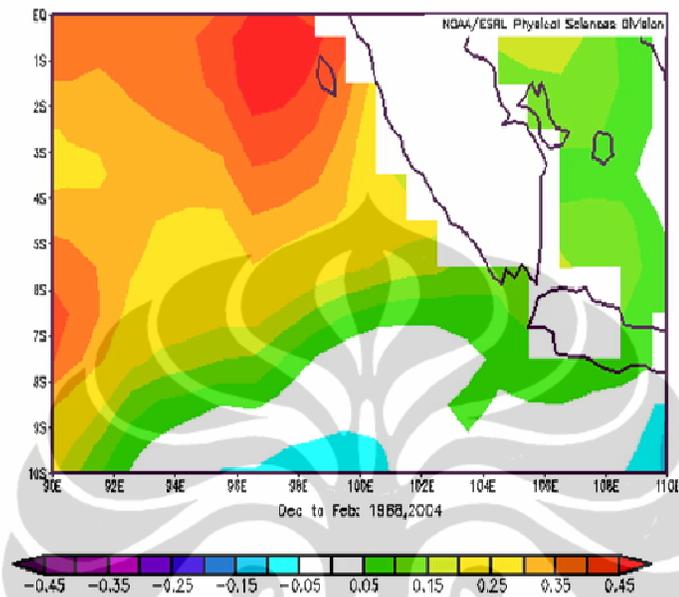
- **Hasil analisis pada bulan DJF dan tahun DM Positif**

Berdasarkan hasil komposit nilai ASPL pada bulan DJF dan tahun DM positif, secara umum kondisi perairan di SETIO mulai dari ekuator ke arah selatan mengalami penurunan, mulai dari utara di sekitar pantai barat Sumatera dekat ekuator, menunjukkan nilai ASPL sekitar $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan berangsur ke selatan menjadi lebih dingin hingga di perairan ujung selatan Sumatera dan barat Jawa mencapai nilai $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $0,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ seperti terlihat pada Gambar 4.5.a.

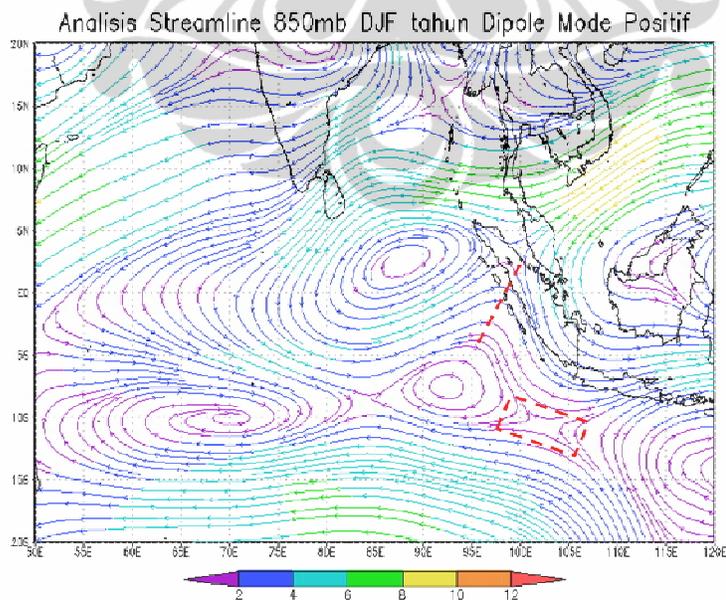
Hasil analisa streamline 850 mb memperlihatkan adanya sel antisiklonal di sebelah barat, serta daerah netral/teguh di sebelah barat daya sebagaimana terlihat pada Gambar 4.5.b. Daerah belokan angin sebagai indikator lokasi pembentukan awan berada di sebelah utara membujur dengan kemiringan 45° mulai dari perairan barat Sumatera dekat ekuator hingga mencapai Sumatera Utara. Angin yang dominan berasal dari barat laut dengan kecepatan lemah antara 2 knot hingga 4 knot sehingga belum cukup membawa uap air ke wilayah Indonesia. Hasil komposit OLRA pada tahun DM positif menunjukkan nilai yang cukup tinggi yaitu antara 2 W/m^2 hingga 14 W/m^2 sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 4.5.c. Keadaan ini menunjukkan bahwa pada bulan DJF dan DM positif awan yang terbentuk hanya sedikit karena atmosfer mengalami proses subsidensi. Walaupun demikian nilai OLRA di SETIO jika dibandingkan dengan di bagian tengah Samudera Hindia Tropis lebih tinggi. menunjukkan makin ke barat lebih banyak awan. Hasil komposit anomali curah hujan juga menunjukkan makin ke

Universitas Indonesia

barat rata-rata harian anomali curah hujan makin sedikit seperti terlihat pada Gambar 4.5.d.

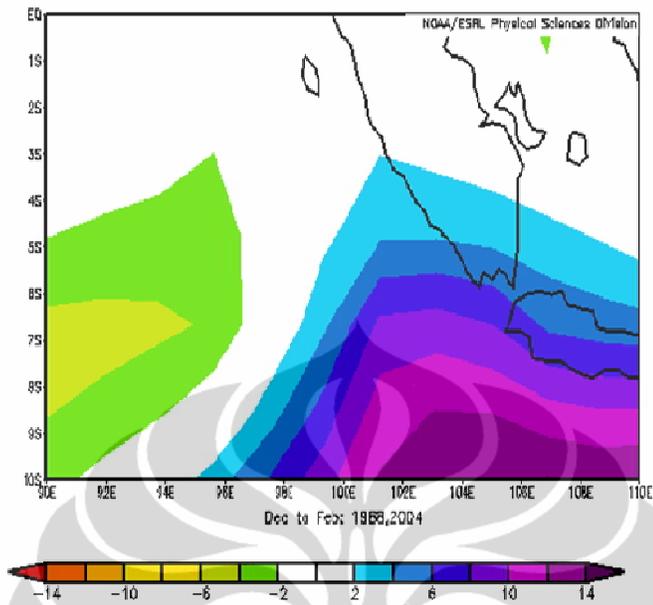


Gambar 4.5.a Anomali suhu permukaan laut di SETIO pada DJF dan tahun DM positif

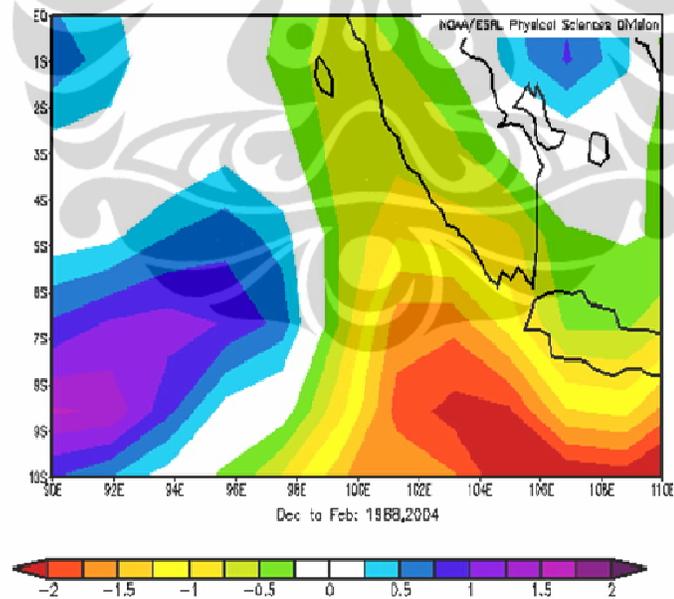


Gambar 4.5.b Analisa Streamline 850 mb di SETIO dan sekitarnya pada DJF dan tahun DM positif

Universitas Indonesia



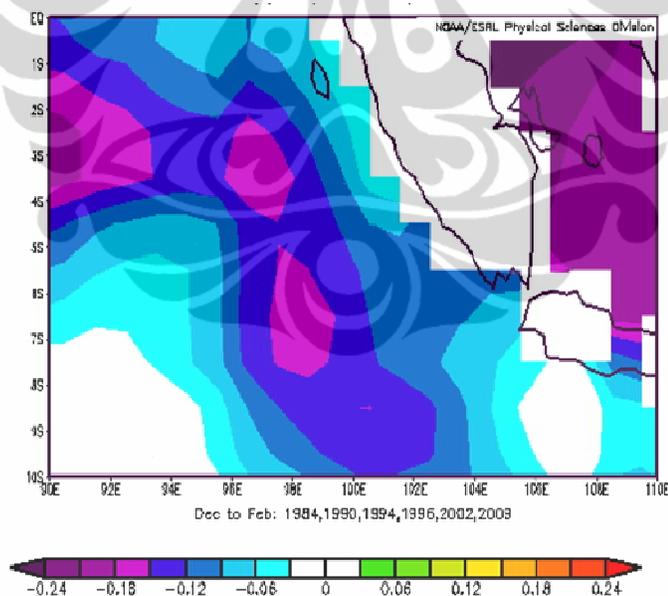
Gambar 4.5.c OLRA di SETIO pada DJF dan tahun DM positif



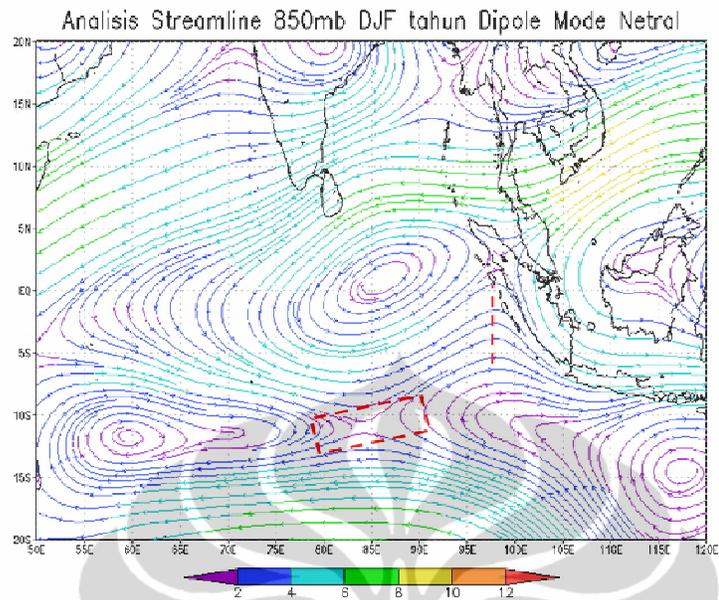
Gambar 4.5.d Rata-rata anomali curah hujan dalam milimeter per hari di SETIO pada DJF dan tahun DM positif

- Hasil analisa pada bulan DJF dan tahun DM Netral

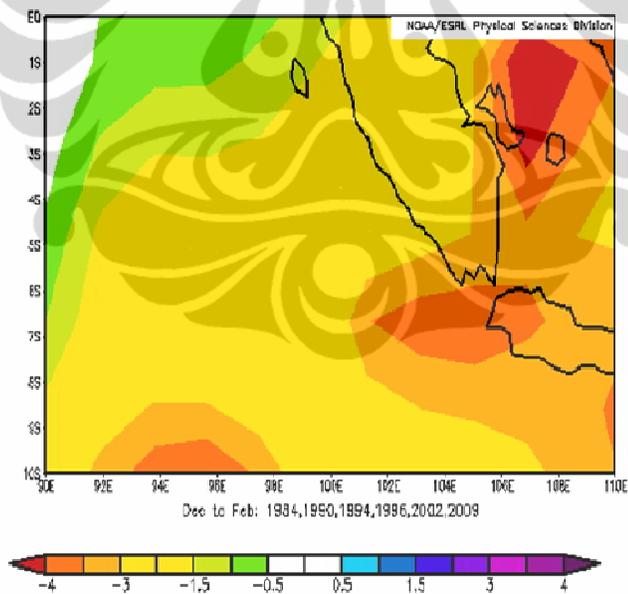
Hasil analisis komposit ASPL di SETIO secara umum menunjukkan anomali negatif dengan kisaran nilai antara $-0,06\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $-0,18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dilihat dari pola sebaran ASPL berangsur-angsur ke tengah terlihat makin dingin hingga mencapai nilai $-0,18\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $-0,24\text{ }^{\circ}\text{C}$ sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.6.a. Hasil analisa streamline 850 mb pada DJF dan tahun DM netral terlihat didominasi angin barat laut hingga barat dengan kecepatan lebih kuat dibanding pada DM positif. Sel antisislonal bergeser lebih ke selatan menjauhi perairan barat Sumatera bagian selatan. Daerah belokan angin bergeser lebih ke selatan mendekati garis pantai sebelah barat Sumatera di sekitar ekuator, sedang daerah netral bergeser ke barat menuju bagian tengah Samudera Hindia seperti terlihat pada Gambar 4.6.b.



Gambar 4.6.a Anomali suhu permukaan laut di SETIO pada DJF dan tahun DM netral



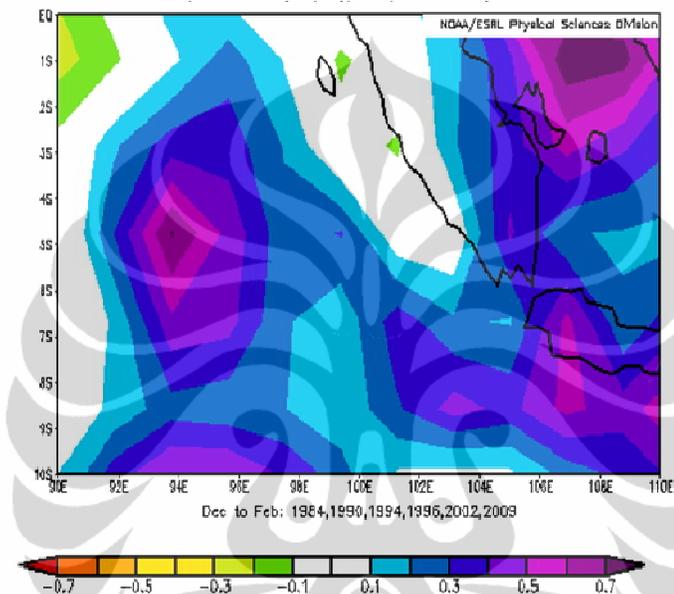
Gambar 4.6.b Analisa Streamline 850 mb di SETIO dan sekitarnya pada DJF dan tahun DM netral



Gambar 4.6.c OLRA di SETIO pada DJF dan tahun DM netral

Secara umum hasil analisis OLRA di SETIO pada DJF dan DM netral menunjukkan nilai negatif. Anomali terbesar sekitar -3,5 hingga -4 W/m^2 terlihat

di sekitar selat Sunda dan berkurang ke arah barat (Gambar 4.6.c). Hal ini mengindikasikan kondisi perawanan di SETIO lebih banyak dibandingkan di bagian tengah Samudera Hindia Tropis. Rata-rata harian anomali curah hujan di SETIO berada pada kisaran antara 0,1 hingga 0,7 mm/hari dan makin meningkat di bagian tengah sebagaimana terlihat pada Gambar 4.6.d.

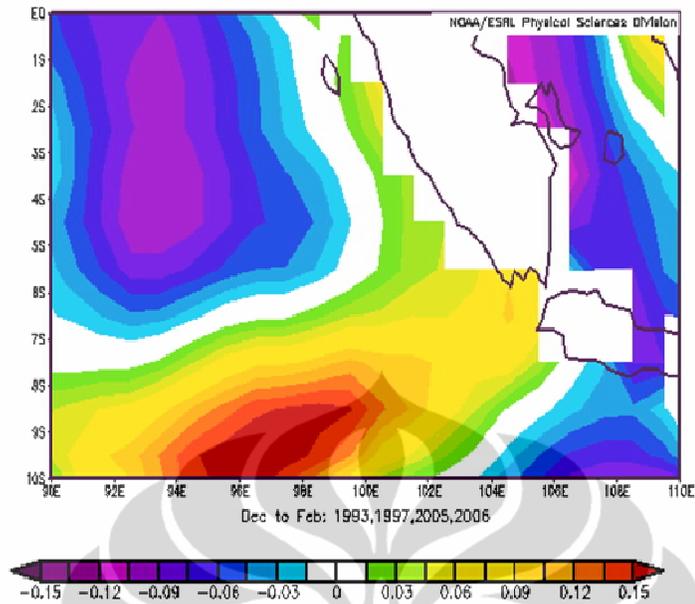


Gambar 4.6.d Rata-rata anomali curah hujan dalam milimeter per hari di SETIO pada DJF dan tahun DM netral

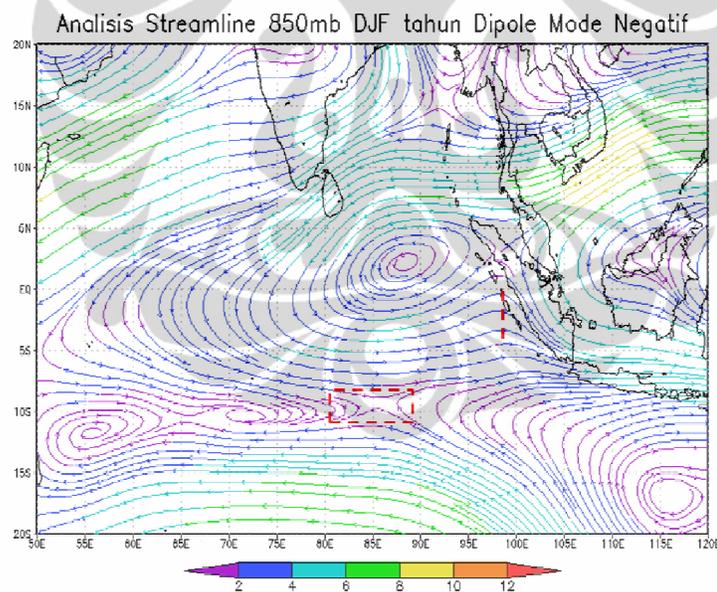
- **Hasil analisis pada DJF dan tahun DM Negatif**

Kondisi umum pada DJF dan DM negatif ditinjau dari hasil analisis ASPL menunjukkan di SETIO bagian utara lebih dingin dibandingkan dengan bagian selatan. Anomali sangat positif dengan kisaran nilai ASPL $> 0,15$ °C terdapat di perairan sebelah barat daya Selat Sunda (SETIO bagian tenggara).

Hasil analisa *streamline* lapisan 850 mb memperlihatkan adanya pergeseran sel antisiklonal makin menjauhi perairan barat Sumatera bagian selatan ke arah barat dibanding pada DM netral. Angin bertiup dari barat dengan kecepatan 2 knot hingga 4 knot (Gambar 4.7.b).



Gambar 4.7.a Anomali suhu permukaan laut di SETIO pada DJF dan tahun DM negatif

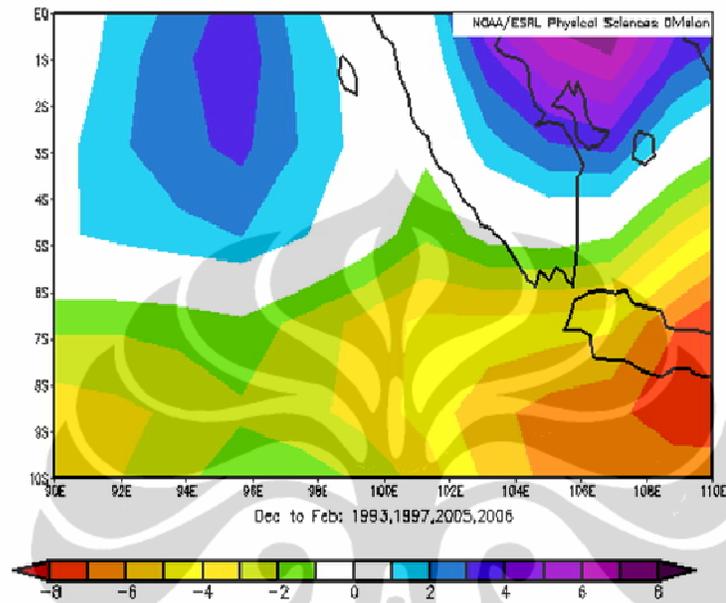


Gambar 4.7.b Analisa Streamline 850 mb di SETIO dan sekitarnya pada DJF dan tahun DM negatif

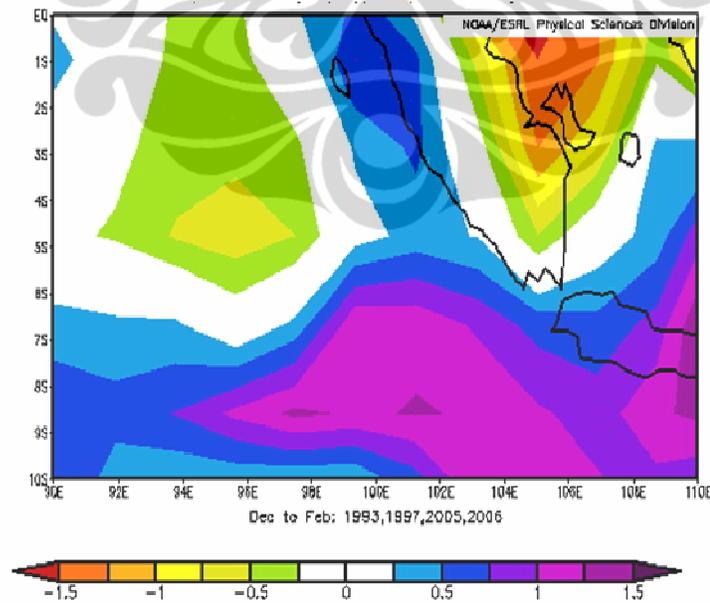
Hasil analisis OLRA ketika DM Negatif di bagian utara memperlihatkan nilai positif dan makin ke selatan berubah menjadi negatif. Secara fisis kondisi atmosfer di SETIO makin ke selatan makin banyak awan akibat peningkatan proses konveksi seperti terlihat pada Gambar 4.7.c. Sedangkan rata-rata harian

Universitas Indonesia

curah hujan secara umum menunjukkan anomali positif, hal ini dapat digunakan sebagai indikator bahwa curah hujan di Indonesia pada DM Negatif cukup tinggi (Gambar 4.7.d).



Gambar 4.7.c OLRA di SETIO pada DJF dan tahun DM negatif



Gambar 4.7.d Rata-rata anomali curah hujan dalam milimeter per hari di SETIO pada DJF dan tahun DM negatif

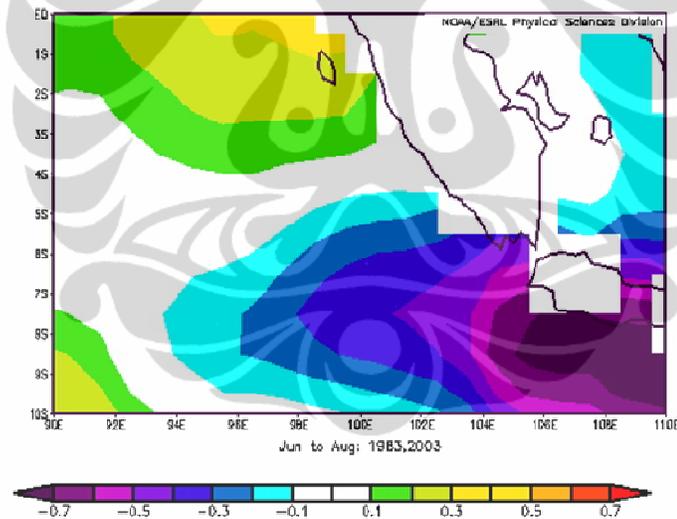
Universitas Indonesia

4.2.2 Hasil Analisis pada bulan JJA

Pada JJA pengamatan kondisi perairan di SETIO dan sekitarnya didasarkan hasil analisis data tahun DM positif (1983 dan 2003), DM netral (1993), serta DM negatif (1985, 1989, 1992, 1996 dan 2005)

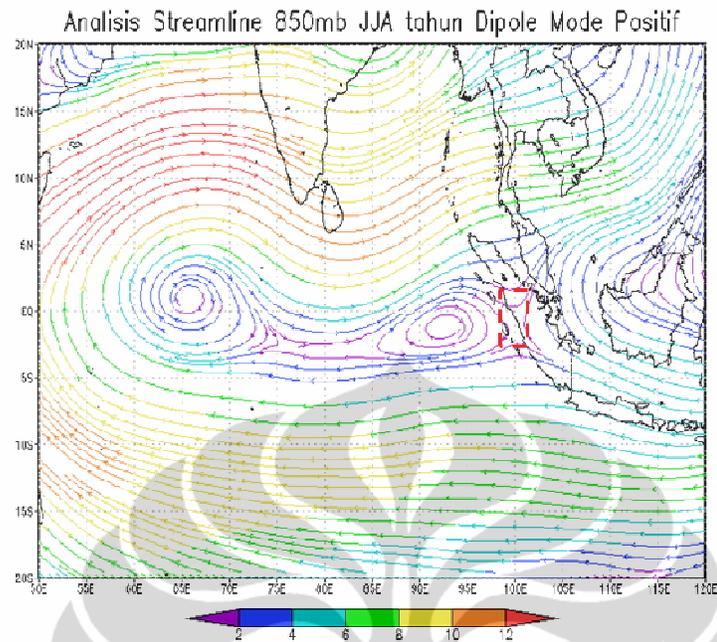
- Hasil pada bulan JJA dan tahun DM Positif

Hasil analisis komposit ASPL di SETIO pada JJA dan tahun DM positif secara umum di bagian utara menunjukkan anomali positif 0,1 sampai 0,5 °C, sedang di bagian selatan anomali negatif dengan kisaran antara -0,1 °C sampai - 0,7 °C. Dilihat dari pola sebaran ASPL terlihat makin ke selatan menjadi lebih dingin sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.8.a.

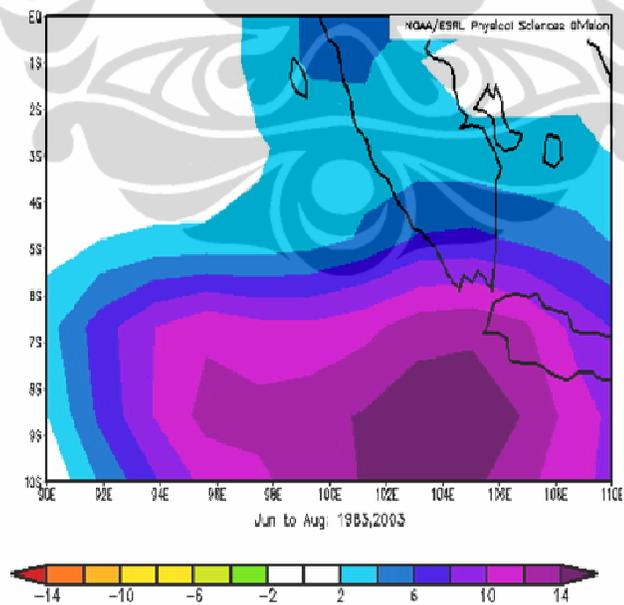


Gambar 4.8.a Anomali suhu permukaan laut di SETIO pada JJA dan tahun DM positif

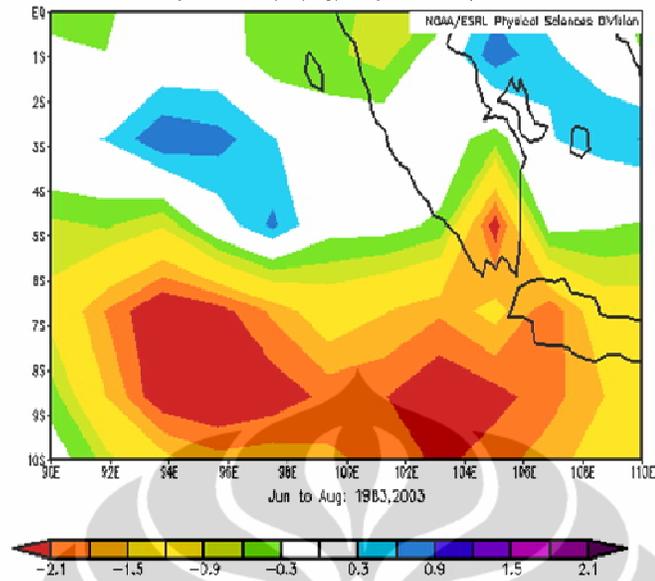
Hasil analisa streamline 850 mb memperlihatkan dominasi angin timur (*easterly*) dengan kecepatan 4 sampai 6 knot. Daerah netral berada tepat di utara dekat Sumatera barat seperti terlihat pada Gambar 4.8.b.



Gambar 4.8.b Analisa Streamline 850 mb di SETIO dan sekitarnya pada JJA dan tahun DM positif



Gambar 4.8.c OLR di SETIO pada JJA dan tahun DM positif

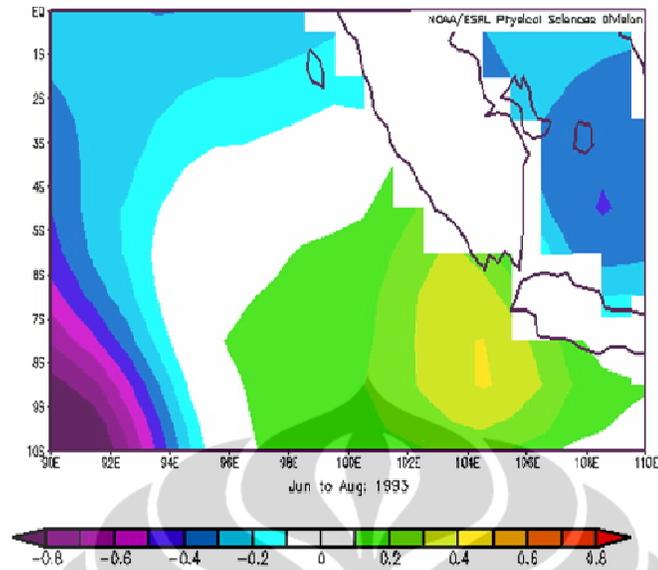


Gambar 4.8.d Rata-rata anomali curah hujan dalam milimeter per hari di SETIO pada JJA dan tahun DM positif

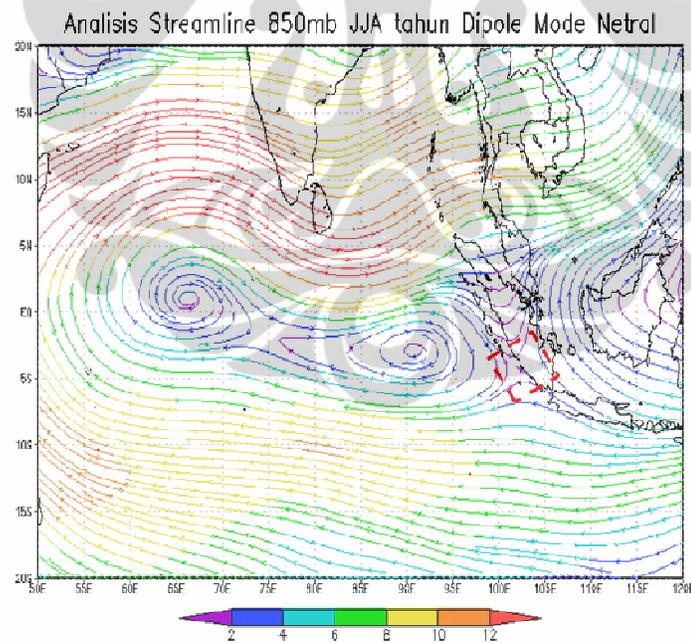
Hasil analisis OLRA menunjukkan bahwa hampir seluruh wilayah SETIO memiliki anomali positif dengan kisaran nilai 2 W/m^2 sampai 14 W/m^2 . Daerah dengan nilai OLRA sangat positif terlihat di sebelah barat daya Selat Sunda (Gambar 4.8.c). Rata-rata harian anomali curah hujan di sebagian besar wilayah SETIO menunjukkan nilai negatif dengan sebaran dari utara ke selatan makin berkurang sebagaimana terlihat pada Gambar 4.8.d.

- **Hasil pada bulan JJA dan DM Netral**

Hasil analisis komposit ASPL di SETIO secara umum di bagian utara menunjukkan anomali negatif sedang di selatan menunjukkan anomali positif. Di sekitar Selat Sunda anomali berkisar antara $0,4 \text{ }^\circ\text{C}$ dan makin ke barat mencapai anomali $0,2 \text{ }^\circ\text{C}$, menunjukkan makin ke barat ASPL lebih hangat sebagaimana terlihat pada Gambar 4.9.a. Hasil analisa streamline 850 mb dominasi angin dari tenggara dengan kecepatan 4 sampai 6 knot. Daerah netral bergeser lebih ke selatan masuk ke sebagian wilayah darat Sumatera bagian selatan, seperti terlihat pada Gambar 4.9.b.



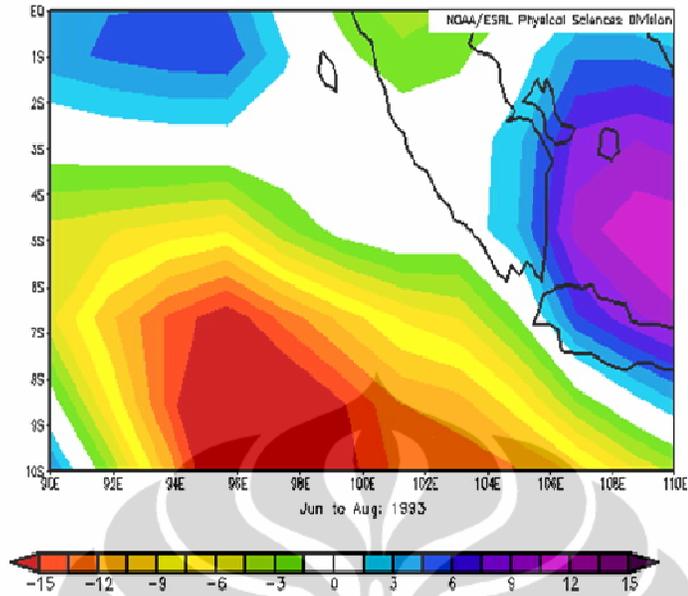
Gambar 4.9.a Anomali suhu permukaan laut di SETIO pada JJA dan tahun DM netral



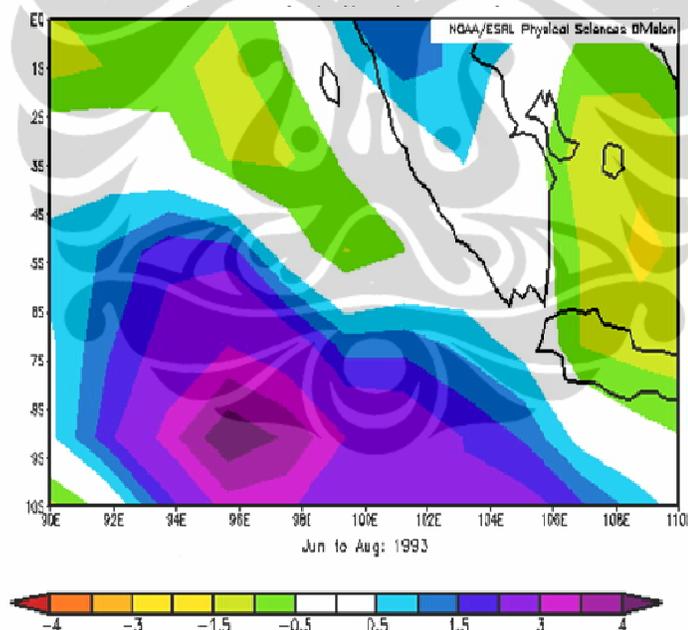
Gambar 4.9.b Analisa Streamline 850 mb di SETIO dan sekitarnya pada JJA dan tahun DM netral

Hasil analisis OLRA di SETIO sebagian besar menunjukkan nilai negatif. Anomali terendah berada pada arah barat daya dengan nilai sekitar -15 W/m^2 .

Universitas Indonesia



Gambar 4.9.c OLRA di SETIO pada JJA dan tahun DM netral



Gambar 4.9.d Rata-rata anomali curah hujan dalam milimeter per hari di SETIO pada JJA dan tahun DM netral

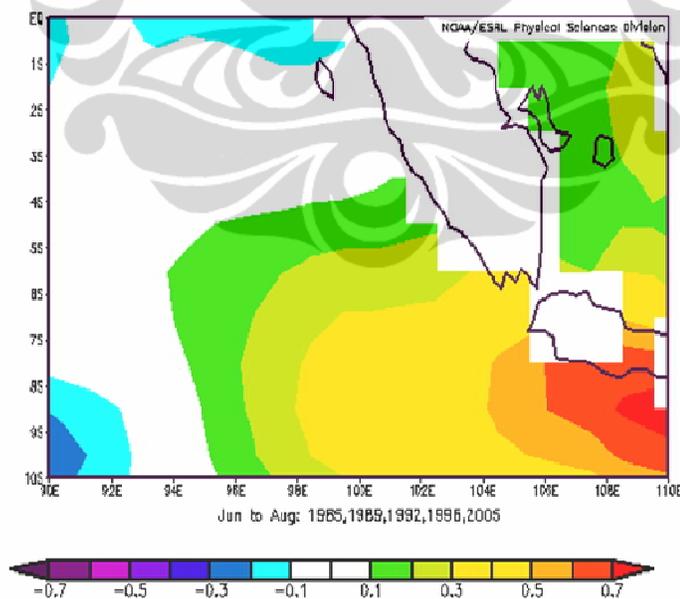
Rata-rata harian curah hujan di SETIO berada pada kisaran antara -05 mm hingga 4,5 mm per hari, dan bertambah di bagian tengah sebagaimana terlihat pada Gambar 4.9.d.

Universitas Indonesia

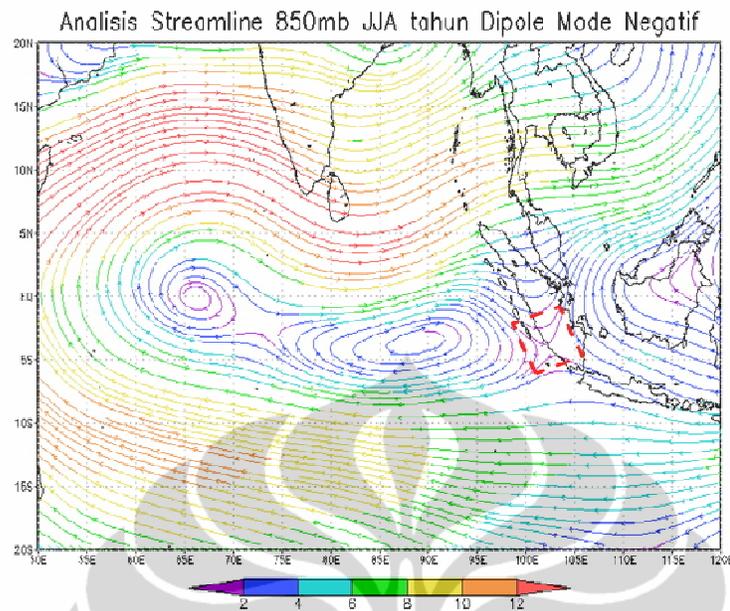
- Hasil pada bulan DJF dan DM Negatif

Hasil analisis komposit ASPL di SETIO pada bulan DJF dan tahun DM negatif secara umum menunjukkan anomali positif paling tinggi berada di sebelah selatan Jawa bagian barat dengan nilai antara $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pola sebaran ASPL berangsur-angsur makin ke arah tenggara terlihat makin positif sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.10.a. Hasil analisa streamline 850 mb memperlihatkan dominasi angin dari tenggara dan timur dengan kecepatan sedang antara 4 sampai 6 knot. Daerah netral lebih luas dan posisinya hampir menutupi sebagian besar wilayah Sumatera bagian selatan seperti terlihat pada Gambar 4.10.b.

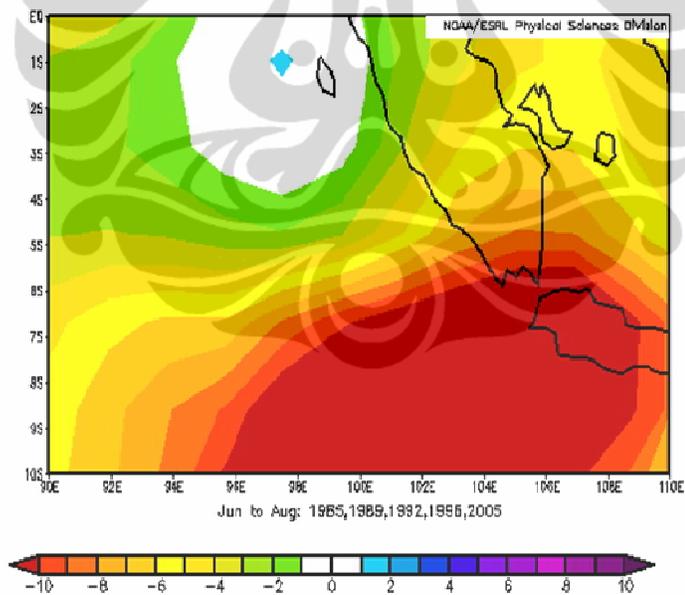
Secara umum hasil analisis OLRA di SETIO menunjukkan nilai negatif dan di bagian utara lebih positif di banding di selatan. Anomali terendah lebih kecil dari -10 W/m^2 terlihat di sekitar selat Sunda dan Jawa bagian barat meluas hingga ke arah barat daya (Gambar 4.10.c). Rata-rata harian curah hujan sebagian besar bernilai positif pada kisaran antara $0,3\text{ mm}$ hingga $2,1\text{ mm}$ per hari dan makin bertambah di bagian tengah sebagaimana terlihat pada Gambar 4.10.d.



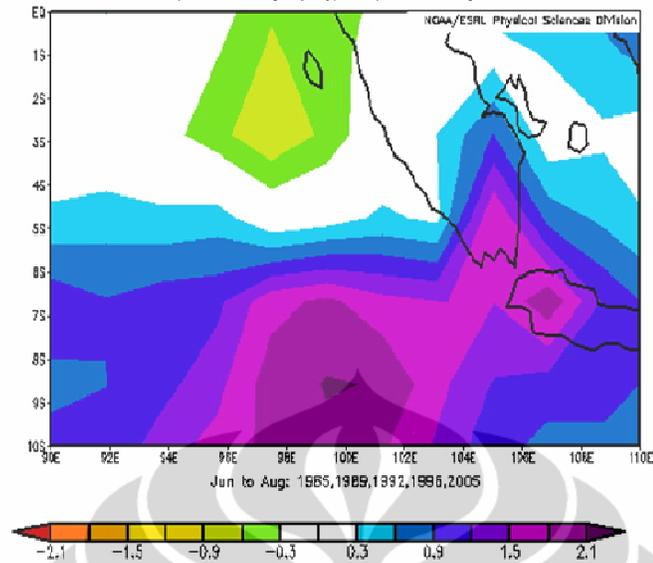
Gambar 4.10.a Anomali suhu permukaan laut di SETIO pada JJA dan tahun DM negatif



Gambar 4.10.b Analisa Streamline 850 mb di SETIO dan sekitarnya pada JJA dan tahun DM negatif



Gambar 4.10.c Hasil komposit OLRA di SETIO pada JJA dan tahun DM negatif



Gambar 4.10.d Rata-rata anomali curah hujan dalam milimeter per hari di SETIO pada JJA dan tahun DM negatif

Dari hasil analisis pada DM positif, DM netral dan DM negatif baik pada bulan DJF maupun JJA menunjukkan kondisi perairan dan atmosfer di SETIO sebagai berikut:

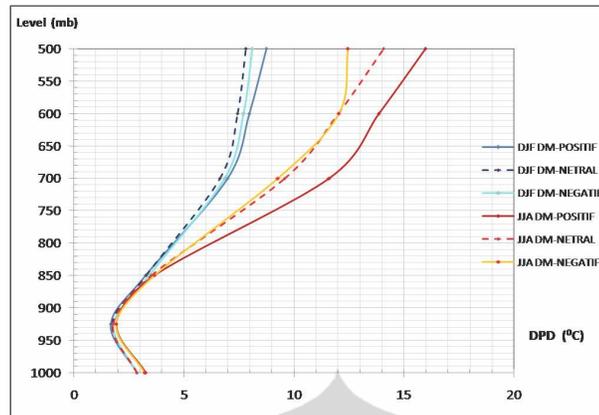
- Pada DM positif umumnya anomali suhu permukaan laut pada DJF adalah positif namun makin ke selatan makin negatif dan di bagian tenggara sebesar $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $0,35\text{ }^{\circ}\text{C}$, sedang pada JJA sebagian wilayah di utara positif antara $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan di selatan negatif sebesar $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa perairan SETIO pada DJF lebih hangat dibanding JJA. Nilai OLRA umumnya positif hingga mencapai 14 W/m^2 , hanya pada DJF ada sebagian kecil di wilayah barat negatif antara -10 W/m^2 sampai -2 W/m^2 . Pada DJF daerah OLRA positif lebih sempit dibanding pada JJA, dengan demikian daerah berawan pada DJF lebih banyak dibanding JJA dan makin ke selatan makin berkurang. Rata-rata anomali curah hujan per hari pada DJF lebih besar dibanding pada JJA.

- Pada DM netral umumnya anomali suhu permukaan laut pada DJF adalah negatif yaitu antara $-0,24$ °C sampai $-0,06$ °C, sedang pada JJA sebagian di utara bernilai negatif antara $-0,8$ °C sampai $-0,2$ °C dan di selatan positif sebesar $0,2$ °C sampai dengan $0,4$ °C. OLRA umumnya negatif, pada DJF -4 W/m^2 sampai $-0,5$ W/m^2 sedang pada JJA sebagian wilayah di utara positif antara $1,5$ W/m^2 sampai $7,5$ W/m^2 dan makin ke selatan menjadi negatif yaitu -18 W/m^2 sampai dengan $-1,5$ W/m^2 . Rata-rata anomali curah hujan per hari pada DJF antara $0,1$ sampai $0,8$ mm/hari, sedang pada JJA sebagian wilayah di utara negatif antara $-0,5$ hingga -3 mm/hari dan di selatan positif sebesar $0,5$ sampai $4,5$ mm/hari. Rata-rata anomali curah hujan umumnya pada DJF lebih besar dibanding pada JJA dan makin ke selatan makin bertambah besar.
- DM negatif anomali suhu permukaan laut pada DJF di bagian utara negatif hingga mencapai $-0,15$ °C sedang di selatan positif $0,03$ °C sampai $0,15$ °C, sedang pada JJA umumnya positif hingga $0,7$ °C. ASPL pada DJF lebih negatif dibanding pada JJA. OLRA umumnya negatif hanya pada DJF sebagian wilayah di utara positif hingga 8 W/m^2 , sedang pada JJA negatif hingga mencapai -10 W/m^2 . Rata-rata anomali curah hujan pada DJF sebagian wilayah di utara negatif antara $-1,5$ mm/hari hingga $-0,5$ mm/hari dan di selatan positif sebesar $0,5$ mm/hari hingga $1,5$ mm/hari, sedang pada JJA sebagian wilayah di utara $-0,9$ mm/hari hingga $-0,3$ mm/hari dan di selatan $0,3$ mm/hari hingga $2,4$ mm/hari. Umumnya anomali curah hujan pada DJF lebih besar dibanding pada JJA dan makin ke selatan makin bertambah besar.

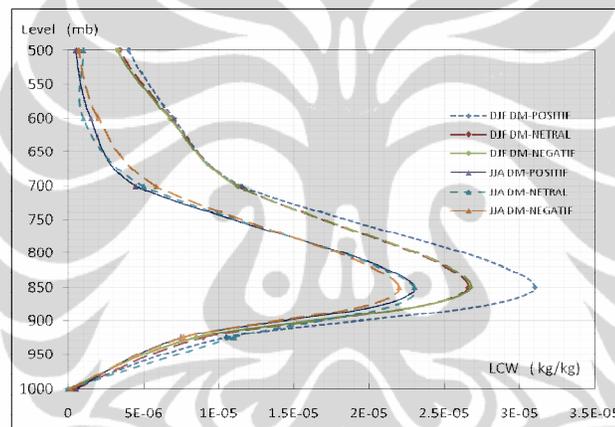
4.2.3 Profil vertikal atmosfer di SETIO

Kondisi fisis dan dinamis atmosfer di atas wilayah SETIO pada tahun DM positif, DM netral dan DM negatif serta pada bulan DJF dan JJA dalam arah vertikal dianalisa berdasarkan hasil analisis *dew point depression* (DPD), Cloud Liquid Water Content (LCW), angin zonal dan angin meridional. Data tersebut akan digunakan untuk analisis profil vertikal atmosfer pada lapisan 1000 milibar sampai dengan 500 milibar seperti pada Gambar 4.11 sampai 4.14.

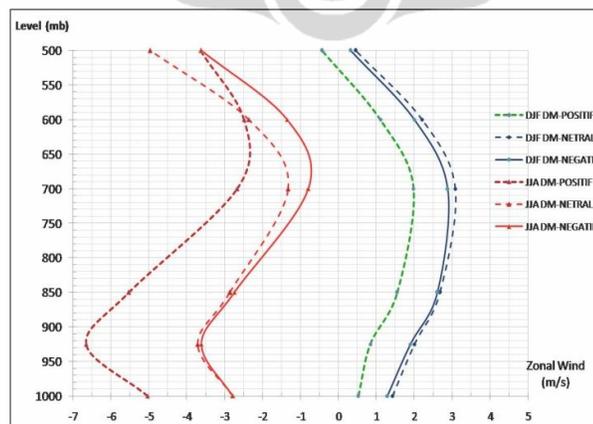
Universitas Indonesia



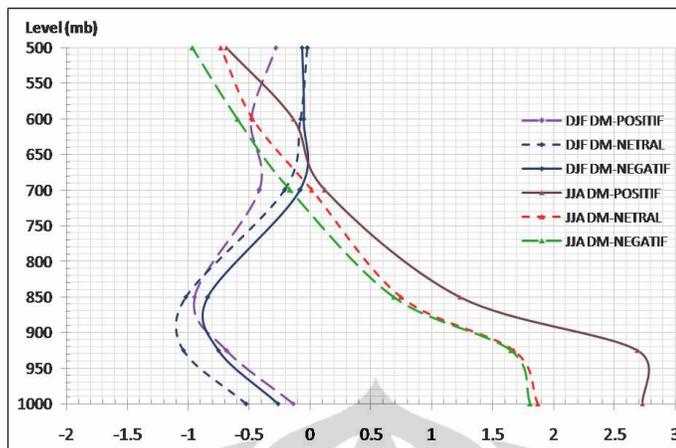
Gambar 4.11 Pola vertikal *dew point depression* di SETIO pada bulan DJF dan JJA



Gambar 4.12 Pola vertikal *cloud Liquid Water Content* di SETIO pada bulan DJF dan JJA



Gambar 4.13 Pola vertikal angin zonal di SETIO pada bulan DJF dan JJA



Gambar 4.14 Pola vertikal angin meridional di SETIO pada bulan DJF dan JJA

DPD adalah parameter atmosfer yang menyatakan beda antara nilai suhu udara (T) dan suhu titik embun (Td). Makin kecil nilai DPD menunjukkan kondisi atmosfer cukup lembab dan ketersediaan uap air cukup banyak. Dari Gambar 4.11 terlihat bahwa nilai DPD di permukaan hingga ketinggian 850 mb pada bulan DJF maupun JJA cukup lembab dan pada ketinggian 850 mb kemungkinan mulai terjadi pembentukan dasar awan. Di atas lapisan tersebut hingga 500 mb terlihat pada DJF nilai DPD antara 6 °C sampai 8 °C sehingga lebih lembab dibanding JJA sekitar 12 °C sampai 16 °C. Namun demikian pada DJF dan DM positif kelembaban udara lebih cepat berkurang dibanding pada DM negatif dan DM netral. Sedang pada JJA dan DM positif kelembaban udara paling cepat berkurang dibanding pada DM netral dan DM negatif.

Cloud Liquid Water Content (LCW) digunakan untuk menjelaskan ketersediaan tetes air di dalam awan dan ditampilkan dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 4.12. Secara umum terlihat kondisi LCW pada bulan DJF lebih besar dibanding dengan pada bulan JJA. Tetes air di awan lebih mudah terbentuk hingga ketinggian lapisan 850 mb terutama pada bulan DJF-DM positif dan secara berurutan diikuti pada DJF-DM negatif, DJF-DM netral, JJA-DM negatif, JJA-DM negatif dan JJA-DM netral. Diatas lapisan 850 mb pembentukan tetes air mulai menurun hingga pada lapisan 500 mb terlihat pada DJF memiliki nilai sekitar 3.10^{-6} kg/kg sampai 4.10^{-6} kg/kg, sedang pada bulan JJA hampir mendekati nol.

Hasil analisis angin zonal dan angin meridional secara vertikal digunakan untuk menjelaskan kondisi dinamis atmosfer di atas SETIO. Profil vertikal angin zonal pada bulan DJF umumnya angin dari barat (*westerly*). Mulai dari permukaan hingga ketinggian 700 mb menunjukkan arah angin dominan dari barat dengan kecepatan maksimum 3 m/s, tetapi pada DJF-DM positif lebih kuat dibanding DM netral dan DM negatif. Kondisi tersebut menjelaskan bahwa ada penambahan massa udara dari barat di lapisan atmosfer bawah tetapi belum cukup untuk mendorong proses konveksi karena kecepatannya lemah. Setelah mencapai ketinggian 700 mb pada bulan DJF kecepatan angin melemah dan berubah menjadi angin timuran. Pada JJA secara umum dari permukaan hingga lapisan 700 mb menunjukkan dominan angin timur (*easterly*) dengan kecepatan lebih besar dibanding pada DJF. Pada JJA dan DM positif kecepatan angin lebih kuat dibanding pada DM netral maupun DM negatif.

Profil vertikal angin meridional pada bulan DJF umumnya angin dari utara. Mulai dari permukaan hingga ketinggian 950 mb memiliki kecepatan maksimum 2.9 m/s, tetapi secara berurutan pada DJF-DM positif lebih kuat dibanding pada DM netral dan DM negatif. Secara umum pada JJA kecepatan angin lebih besar dibanding pada DJF.

4.3 Analisis Statistik

4.3.1 Hasil Analisis Curah Hujan

Hasil analisis curah hujan periode 1985-2005 pada bulan DJF dan JJA di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat menunjukkan pola musonal (tipe A) seperti terlihat pada Lampiran 1. Di Stamet Sultan Thaha (Jambi) tercatat curah hujan tertinggi jatuh pada bulan Desember dan Maret sekitar 265 mm, sedang curah hujan terendah pada bulan Agustus sekitar 106 mm. Di Stamet Fatmawati (Bengkulu) tercatat curah hujan tertinggi jatuh pada bulan Desember sebesar 450 mm dan terendah pada bulan Juni sebesar 162 mm. Di Staklim Pulau Baai (Bengkulu) tercatat curah hujan tertinggi jatuh pada bulan Desember sebesar 467 mm dan terendah pada bulan Juli sebesar 190 mm. Di Stageof Kepahiang (Bengkulu) tercatat curah hujan tertinggi jatuh pada bulan

Universitas Indonesia

Desember sebesar 395 mm dan terendah pada bulan Agustus sebesar 106 mm. Di Stamet SMB II (Sumatera Selatan) curah hujan tertinggi jatuh pada bulan Desember dan Maret sebesar 311 mm dan terendah pada bulan Agustus sebesar 72 mm. Di Staklim Kenten (Sumatera Selatan) curah hujan tertinggi jatuh pada bulan Maret sebesar 350 mm dan Desember sebesar 311 mm serta curah hujan terendah pada bulan Agustus sebesar 77 mm. Di Stamet Radin Inten (Lampung) curah hujan tertinggi jatuh pada bulan Januari sebesar 347 mm dan terendah pada bulan Agustus sebesar 72 mm. Di Stamet Serang (Banten) curah hujan tertinggi jatuh pada bulan Januari sebesar 313 mm dan terendah pada bulan Agustus sebesar 41 mm. Di Stamet Cengkareng (Banten) curah hujan tertinggi jatuh pada bulan Januari sebesar 383 mm dan terendah pada bulan Agustus sebesar 39 mm. Di Staklim Pondok Betung (Banten) curah hujan tertinggi jatuh pada bulan Januari sebesar 361 mm dan terendah pada bulan Agustus sebesar 98 mm. Di Stamet 745/Kemayoran (DKI-Jakarta) curah hujan tertinggi jatuh pada bulan Januari sebesar 361 mm dan terendah pada bulan Juli sebesar 68 mm. Di Stamar Tanjung Priok (DKI-Jakarta) curah hujan tertinggi jatuh pada bulan Januari sebesar 368 mm dan terendah pada bulan Juli sebesar 39 mm. Di Stamet Halim Perdana Kusuma (DKI-Jakarta) curah hujan tertinggi jatuh pada bulan Januari sebesar 334 mm dan terendah pada bulan Agustus sebesar 85 mm.

Secara umum terlihat rata-rata curah hujan tertinggi jatuh pada bulan Desember dan Januari dan dijumpai di daerah Bengkulu. Hal ini akibat aspek topografi dan geografis Bengkulu yang berada di sebelah barat Bukit Barisan dan merupakan daerah hadap angin (*leeward*) serta berhadapan langsung dengan perairan Samudera Hindia tropis bagian timur, kemudian makin ke selatan curah hujan berkurang. Sedang rata-rata curah hujan terendah terjadi antara bulan Juli dan Agustus dijumpai pada daerah Banten-DKI sebagaimana terlihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Rata-rata curah hujan periode 1985-2005 di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat

Stasiun	Des	Jan	Feb	Jun	Jul	Agt
Sumatera bagian selatan						
Stamet Sultan Thaha	265	200	176	106	120	111
Stamet Fatmawati	450	401	278	162	186	185
Staklim Pulau Baai	467	392	286	194	190	193
Stageof Kepahiang	395	356	326	124	125	106
Stamet SMB II	311	231	206	133	118	72
Staklim Kenten	331	255	252	140	114	77
Stamet Radin Inten	249	347	318	91	83	72
Jawa bagian barat						
Serang	187	313	265	70	56	41
Cengkareng	188	383	271	52	63	39
Pdk. Betung	248	361	308	117	103	98
745/Kemayoran	177	361	340	73	68	71
Tj. Priok	158	368	304	45	39	41
Halim PK	224	334	301	114	94	85

4.3.2 Hasil Analisis Angin pada DJF dan JJA

Hasil analisis klimatologis angin seperti terlihat pada Lampiran 2 menunjukkan angin yang dominan di wilayah Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat pada bulan DJF adalah dari arah barat dengan variasi antara utara dan barat laut dengan kecepatan lemah sampai sedang pada bulan JJA berasal dari selatan atau tenggara variasi dari timur dan timur laut.

Tabel 4.5 Klimatologi angin di wilayah Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat pada bulan DJF dan JJA

Stasiun	DJF	JJA
Sumatera Bagian Selatan		
Stamet Sultan Thaha	N	S
Stamet Fatmawati	W	S
Stamet SMB II	NW	SE
Stamet Radin Inten	N	SE
Jawa Bagian Barat		
Stamet Serang	W	N
Stamet Cengkareng	W	NE
Staklim Pondok Betung	W	E
Stamet 745/Kemayoran	W	E
Stamet Maritim Tanjung Priok	W	E

Universitas Indonesia

4.3.3 Hasil Uji Korelasi dan Determinasi

Hubungan antara nilai DMI dan anomali curah hujan bulanan di Stamet Sultan Thaha (Jambi) menunjukkan korelasi sebesar -0,849 dan pengaruh sebesar 72 %, Stamet Fatmawati (Bengkulu) menunjukkan korelasi sebesar -0,916 dan pengaruh sebesar 83,9 %, Staklim Pulau Baai (Bengkulu) menunjukkan korelasi sebesar -0,94 dan pengaruh sebesar 88,3 %, Stageof Kepahiang (Bengkulu) menunjukkan korelasi sebesar -0,797 dan pengaruh sebesar 63,5 %, Stamet SMB II (Sumatera Selatan) menunjukkan korelasi sebesar -0,814 dan pengaruh sebesar 66,3 %, Staklim Kenten (Sumatera Selatan) menunjukkan korelasi sebesar -0,691 dan pengaruh sebesar 47,7 %, Stamet Radin Inten (Lampung) menunjukkan korelasi sebesar -0,822 dan pengaruh sebesar 67,5 %, Stamet Serang (Banten) menunjukkan korelasi sebesar -0,81 dan pengaruh sebesar 66 %, Stamet Cengkareng (Banten) menunjukkan korelasi sebesar -0,67 dan pengaruh sebesar 44 %, Staklim Pondok Betung (Banten) menunjukkan korelasi sebesar -0,75 dan pengaruh sebesar 56 %, Stamet 745/Kemayoran (DKI-Jakarta) menunjukkan korelasi sebesar -0,79 dan pengaruh sebesar 66 %, Stamet Maritim Tanjung Priok (DKI-Jakarta) menunjukkan korelasi sebesar -0,67 dan pengaruh sebesar 45% dan Stamet Halim Perdana Kusuma (DKI-Jakarta) menunjukkan korelasi sebesar -0,76 dan pengaruh sebesar 58 %.

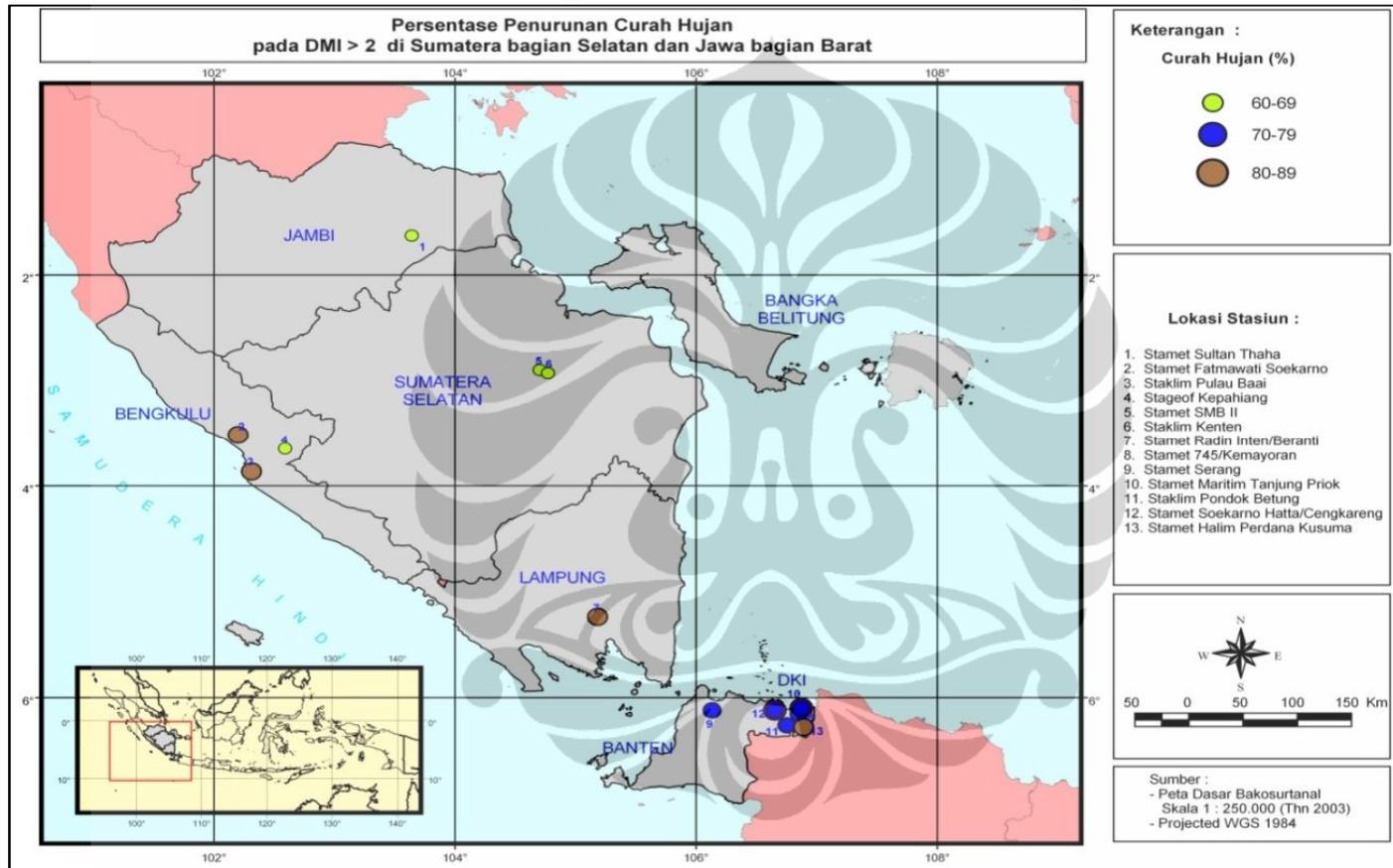
Secara umum hubungan dan pengaruh antara DMI dan anomali curah hujan bulanan terbesar di Pulau Baai (Bengkulu) dan terkecil di Cengkareng dan Tanjung Priok seperti terlihat pada Tabel 4.6. Sedangkan seberapa besar dampak penurunan curah hujan terbesar di Pulau Baai 84,61 % dan terendah di Kepahiang sebesar 59,87 %, sedang peningkatan curah hujan terbesar di Cengkareng sebesar 118,28 % dan terkecil di Kepahiang sebesar 30,57 %. Dampak anomali curah hujan yang timbul sebagai akibat kejadian DM positif pada nilai $DMI \geq 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ dan peningkatan curah hujan yang timbul sebagai akibat kejadian DM negatif pada nilai $DMI \leq -2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ diperlihatkan seperti pada Tabel 4.7 serta digambarkan dalam bentuk peta seperti Gambar 4.15 dan Gambar 4.16.

Tabel 4.6 Hasil perhitungan koefisien korelasi dan determinasi antara nilai DMI dengan anomali curah hujan periode 1985-2005 di wilayah Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat

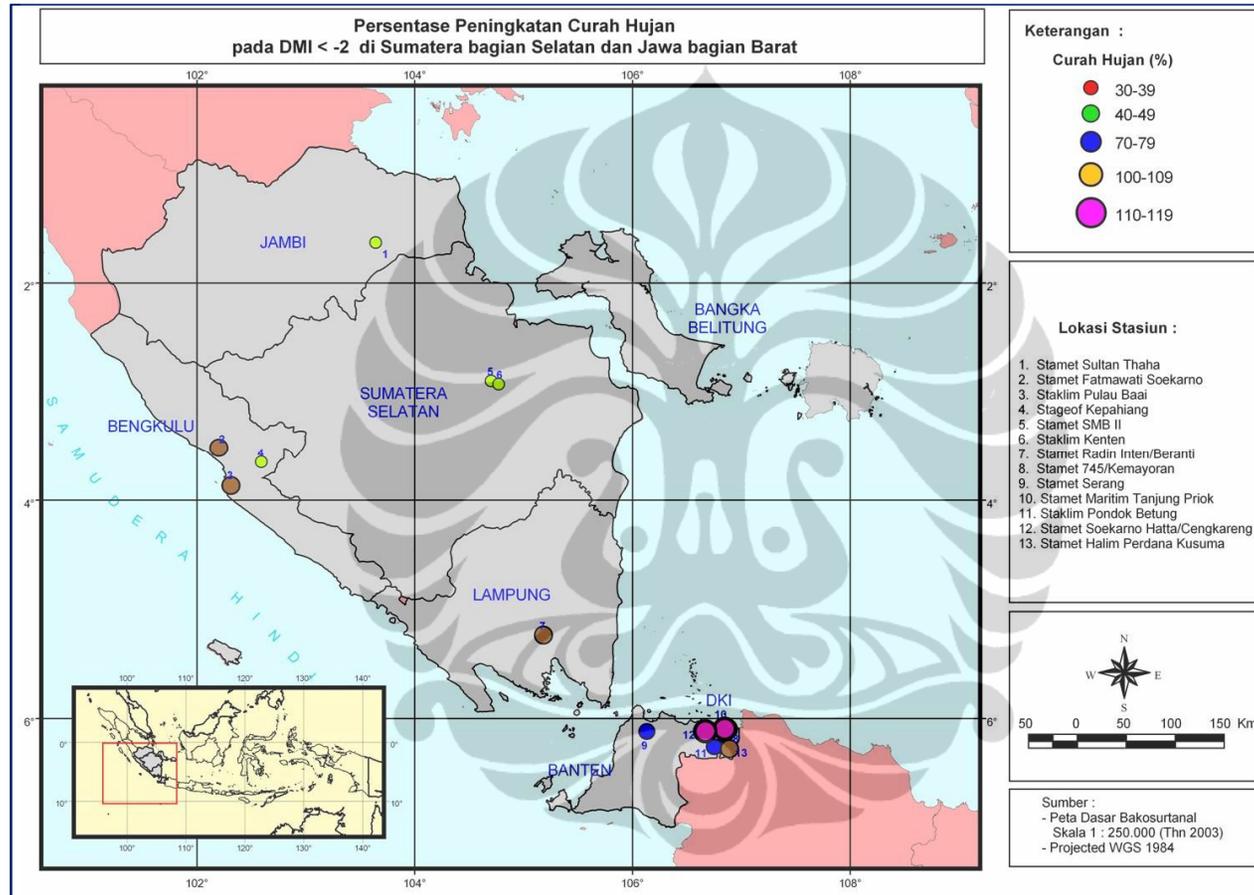
Nama Stasiun	Rata-rata (mm)	STDEV	r	r ²
Sumatera bagian selatan				
Stamet S. Thaha	187,679	100,988	-0,849	0,720
Stamet Fatmawati	284,056	162,590	-0,916	0,839
Staklim Pulau Baai	286,675	166,187	-0,940	0,883
Stageof Kepahiang	253,767	144,147	-0,797	0,635
Stamet SMB II	195,807	120,566	-0,814	0,663
Staklim Kenten	216,210	131,377	-0,691	0,477
Stamet Radin Inten	174,405	129,977	-0,822	0,675
Jawa bagian barat				
Stamet Serang	129,239	112,909	-0,81	0,66
Stamet Cengkareng	130,780	133,598	-0,67	0,44
Staklim Pondok Betung	203,169	133,884	-0,75	0,56
Stamet 745/Kemayoran	149,738	136,903	-0,79	0,62
Stamar Tanjung Priok	117,513	140,392	-0,67	0,45
Stamet Halim PK	190,848	130,246	-0,76	0,58

Tabel 4.7 Persentase penurunan curah hujan pada $DM \geq 2 \text{ }^\circ\text{C}$ dan peningkatan curah hujan pada $DM \leq -2 \text{ }^\circ\text{C}$ di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat

Nama Stasiun	Penurunan CH (%)	Peningkatan CH (%)
Sumatera bagian selatan		
Stamet Sultan Thaha	67,53	41,97
Stamet Fatmawati	82,22	36,60
Staklim Pulau Baai	84,61	47,03
Stageof Kepahiang	59,87	30,57
Stamet SMB II	62,23	33,95
Staklim Kenten	63,55	30,08
Stamet Radin Inten	81,72	37,06
Jawa bagian barat		
Stamet Serang	76,68	101,92
Stamet Cengkareng	78,78	118,28
Staklim Pondok Betung	72,54	71,94
Stamet 745/Kemayoran	74,52	74,62
Stamar Tanjung Priok	73,75	115,01
Stamet Halim PK	84,09	36,88



Gambar 4.15. Persentase penurunan curah hujan pada $DMI \geq 2$ °C di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat



Gambar 4.16 Persentase peningkatan curah hujan pada DMI ≤ -2 °C di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

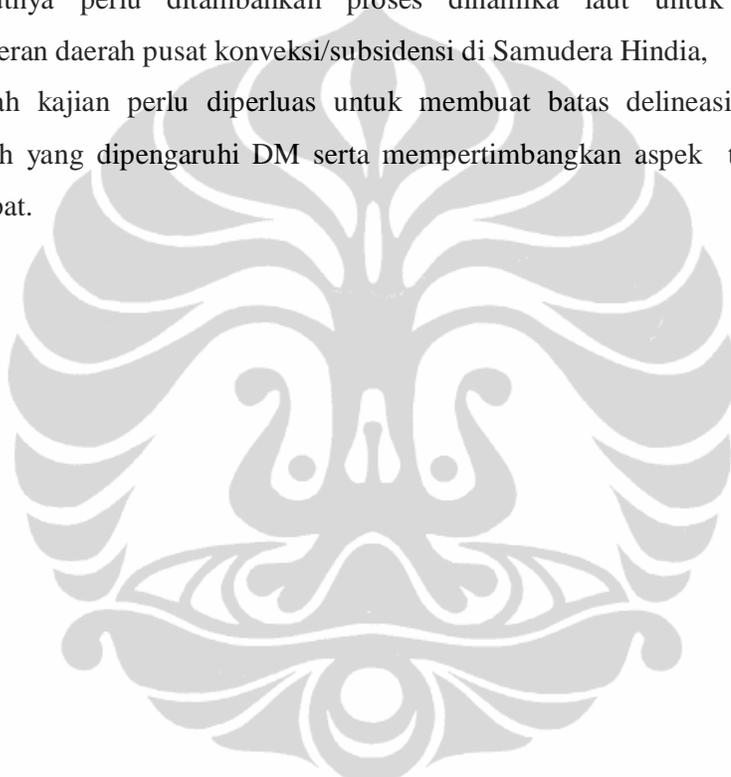
- a. Kondisi fisis-dinamis atmosfer di SETIO dapat disimpulkan sebagai berikut:
 - Pada **DM positif** umumnya atmosfer mengalami subsiden karena perairan di bagian tengah Samudera Hindia lebih hangat sehingga ada penarikan massa udara ke barat, namun pada bulan JJA sebagian wilayah di selatan masih terjadi proses konveksi. Proses subsiden sedikit lebih kuat jika dibanding dengan DM negatif atau DM netral, demikian pula jika dibanding kondisi pada bulan JJA, sehingga menyebabkan penurunan curah hujan sedikit lebih besar.
 - Pada tahun **DM netral** umumnya atmosfer mengalami subsiden, namun dalam bulan JJA sebagian wilayah di utara terjadi proses konveksi. Penurunan curah hujan pada DJF lebih kecil dibanding pada DM positif. Peningkatan curah hujan pada JJA lebih besar dibanding pada DJF.
 - Pada tahun **DM negatif** umumnya atmosfer mengalami proses konveksi dan paling kuat pada bulan JJA dengan penurunan curah hujan paling sedikit.

- b. Hubungan dan pengaruh DM terhadap peningkatan atau penurunan curah hujan di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat sebagai berikut:
 - Hubungan antara DM dan anomali curah hujan bulanan sangat kuat dan berbanding terbalik . Di Sumatera bagian selatan nilai koefisien korelasi rata-rata sebesar -0,832 dan di Jawa bagian barat rata-rata sebesar - 0,74. Pengaruh DM terhadap anomali curah hujan bulanan di Sumatera bagian selatan rata-rata sebesar 69,9 % dan di Jawa bagian barat rata-rata sebesar 55 %.
 - Dampak penurunan curah hujan akibat $DM \geq 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ di Sumatera bagian selatan rata-rata sebesar 71,67 % dan di Jawa bagian barat rata-rata

sebesar 76,73 %. Sedang dampak peningkatan curah hujan akibat $DM \leq -2 \text{ }^\circ\text{C}$ di Sumatera bagian selatan rata-rata sebesar 36,75 % dan di Jawa bagian barat rata-rata sebesar 86,44 %.

5.2 Saran

- a. Dalam penelitian ini masih banyak aspek laut yang belum diperhitungkan antara lain lapisan termoklin dan salinitas. Sebaiknya dalam penelitian selanjutnya perlu ditambahkan proses dinamika laut untuk melihat pergeseran daerah pusat konveksi/subsistensi di Samudera Hindia,
- b. Wilayah kajian perlu diperluas untuk membuat batas delineasi seluruh wilayah yang dipengaruhi DM serta mempertimbangkan aspek topografi setempat.



DAFTAR ACUAN

- Anonim (2008), *Geophysical Research Letters*, VOL. 35, L14S11, 5 pp., doi:10.1029/2008GL034122
- Aldrian, E. (2008). *Meteorologi Laut Indonesia*. Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika, 249 hal.
- Ashok, K., W.-L. Chan, T. Motoi dan T. Yamagata (2004). *Decadal Variability of the Indian Ocean Dipole*, *Geophysical Research Letters*, VOL. 31, L24207, 4 pp., doi:10.1029/2004GL021345,
- Harijono, S.W.B. (2008). *Interaksi Fenomena El Nino dan Dipole Mode Secara Simultan Serta Monsoon Musim Panas India Terhadap Variabilitas Curah Hujan Di Sumatera Bagian Utara*. Institut Teknologi Bandung, 120 hal.
- Hermawan, E. (2007). *Penggunaan Fast Fourier Transform Dalam Analisis Kenormalan Curah Hujan Di Sumatera Barat dan Selatan Khususnya Saat Kejadian Dipole Mode*, *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* Vol 8 No 2 : 77-83. ISSN 1411-3082
- Hermawan, E. dan K. Komalaningsih (2008). *Karakteristik Indian Ocean Dipole Mode Di Samudera Hindia Hubungan-Nya Dengan Perilaku Curah Hujan Di Kawasan Sumatera Barat Berbasis Analisis Mother Wavelet*, *Jurnal Sains Dirgantara* Vol. 5 No. 2: 109-129
- Hong, C.-C., T. Li, L. Ho, J.-S Kug (2008). *Asymmetry of the Indian Ocean Dipole. Part I : Observational*, *Journal of Climate* Vol 21 : 4834-4848
- Kunarso, S. Hadi, N.S. Ningsih dan M.S. Baskoro (2012). *Perubahan Kedalaman dan Ketebalan Termoklin pada Variasi Kejadian ENSO, IOD dan Monsun di perairan Selatan Jawa hingga Pulau Timor*, *Ilmu Kelautan* Vol. 17 (2) : 87-98
- Li, T., B. Wang, C.-P. Chang dan Y. Zhang (2002). *A Theory for the Indian ocean Dipole Mode*, *Journal of The Atmospheric Sciences*, pp 43

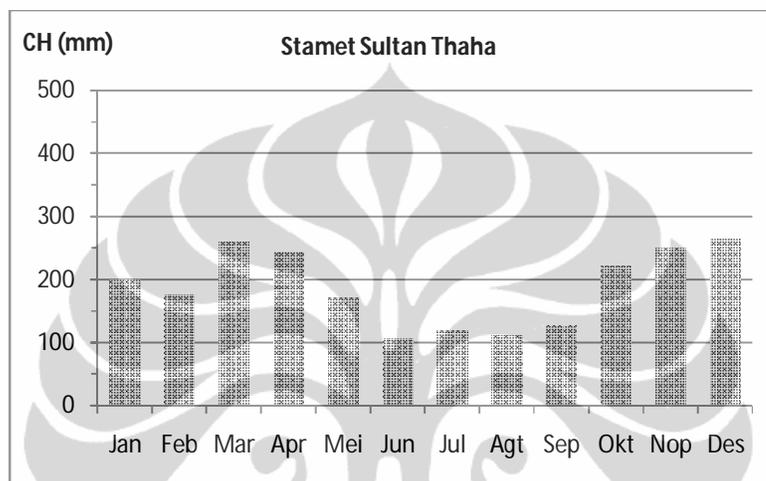
- Li, T., B. Wang, C.-P. Chang dan Y. Zhang (2003). *A Theory for the Indian ocean Dipole - Zonal Mode*, Journal of The Atmospheric Sciences: 2119-2135
- Martono, Halimurrahman, Komarudin, R., Syarief, Priyanto, S. dan Nugraha, D. (2009). *Studi Variabilitas Lapisan Atas Perairan Samudera Hindia Berbasis Model Laut*, Berita Dirgantara LAPAN, 7 hal.
- Meehl, G.A., Arblaster, J.M., dan Loschnigg, J. (2003). *Coupled Ocean-Atmosphere Dynamical Process in the Tropical Indian and Pasific Oceans and the TBO*. Journal of Climate, volume 16: 2138-2158
- Nuryadi (2007). *Hubungan Indeks Penguapan Di Samudera Hindia Dengan Sebaran Curah Hujan Di Sumatera Barat*, Tesis, Program Pascasarjana Ilmu Geografi, Universitas Indonesia, 95 hal.
- Pariwono, J.I. dan Agus, S.A, (2003). *Interaksi Laut- Atmosfer di Perairan Ekuator Samudera Hindia Timur Pada Skala Musiman dan Harian. Paper Workshop on Climate Information Application for Agriculture in West Sumatera*, BPPT-BMG-LAPAN.
- Putri, M. R. (2005). *Study of Ocean Climate Variability (1959-2002) in the Eastern Indian Ocean, Java Sea and Sunda Strait Using the HAMBURG Shelf Ocean Model*, Dissertation, zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften im Fachbereich Geowissenschaften der Universitat Hamburg, 117 hal.
- Saji, H.N., B.N., Goswami, P.N. Vinayachandran, dan T. Yamagata (1999). *A Dipole Mode in the Tropical Indian Ocean*, Nature 401: 360-363
- Sandy, I Made, (1996). *Republik Indonesia*, Geografi Regional. Penerbit Jurusan Geografi FMIPA Universitas Indonesia. PT. Indograph Bakti, Jakarta, 363 hal.
- Santosa, P.B. dan Ashari (2005). *Analisis Statistik dengan Microsoft Excel dan SPSS*. Penerbit ANDI Yogyakarta, 279 hal.
- Tjasyono, B. (1999). *Klimatologi Umum*, ITB, Bandung, 317 hal.

- Tjasyono, B., A. Lubis, I. Junaeni, Rumantau dan S.W. B. Harijono (2008). *Dampak Variasi Temperatur Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial terhadap Curah Hujan di Indonesia*, Jurnal Sains Dirgantara Volume 5 No 2 : 83-95
- Vinayachandran, P.N., P.A. Francis dan S.A. Rao, n.d. *Indian Ocean Dipole : Process and Impact*, Platinum Jubilee Special, 569-589
- Wirjohamidjojo, S., T. Sribimawati, I. Irawan, Nuryadi, M.T. Darmawan, Widiatmoko, H., E.S. Khoerini, U. Haryoko, dan Y.I. Tauhid (2005). *Paket Modul Pelatihan Iklim untuk Pertanian di Kabupaten Agam dan Kabupaten Tanah Datar*, 224 hal.
- Wirjohamidjojo, S. (2010). *Mengenali Sistem Cuaca Sinoptik Berbagai Daerah*. <http://pustakacuaca.blogspot.com/2010/01>
- Yamagata, T., S.K. Behera, S.A. Rao, K. Ashok, Z. Guan dan H.N. Saji (2002). *The Indian Ocean Dipole: a Physical Entity*. 10pp.
- Yamagata, T., Behera, S.K., Luo, J.-J., Masson, S., Jury, Mark R., dan Rao, S.A. (2004). *Coupled Ocean- Atmosphere in the Tropical Indian Ocean*. American Geophysical Union 10.1029.
- Yulihastin, E., Febrianti, N, dan Trismidianto (2009). *Impacts of El Nino and IOD on the Indonesian Climate*, National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN), Indonesia 7 hal.

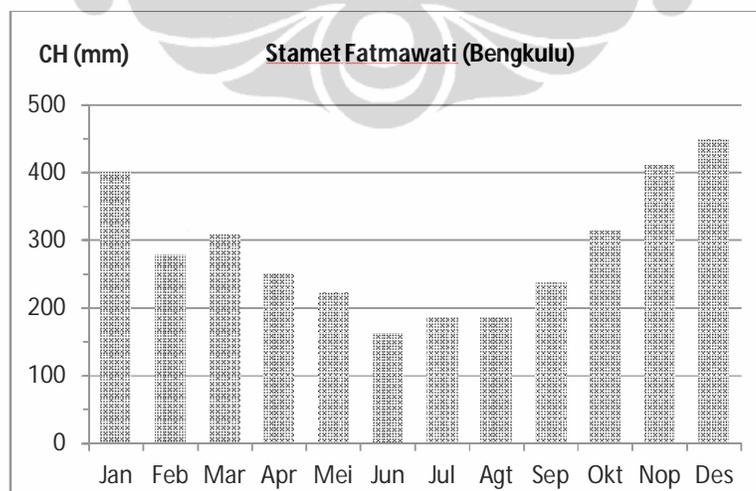
Lampiran 1.

A. **Grafik Curah hujan di Wilayah Sumatera Bagian Selatan**

Lampiran A.1.1 Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985 - 2005 di Stasiun Meteorologi Sultan Thaha (Jambi)

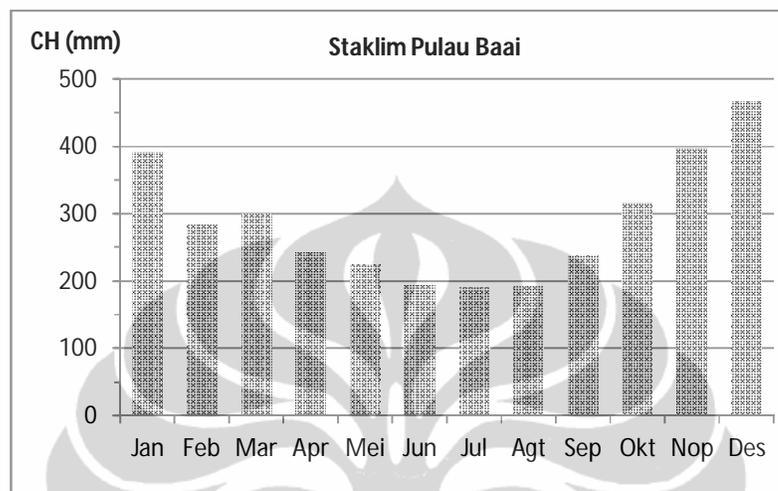


Lampiran A.1.2 Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985-2005 di Stasiun Meteorologi Fatmawati (Bengkulu)

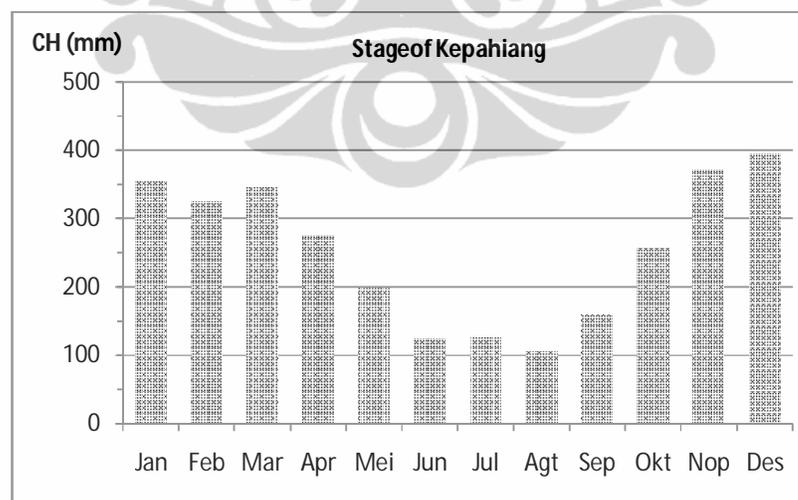


(lanjutan)

Lampiran A.1.3 Grafik curah hujan bulanan periode 1985 - 2005 di Stasiun Klimatologi Pulau Baai (Bengkulu)

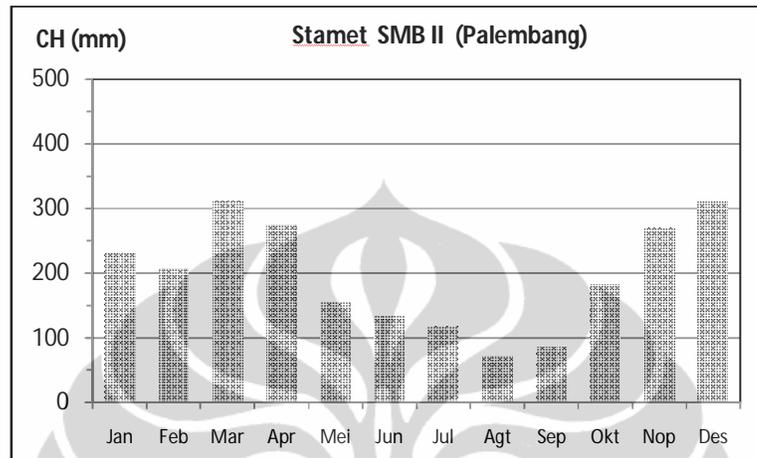


Lampiran A.1.4 Grafik curah hujan bulanan periode 1985 - 2005 di Stasiun Geofisika Kepahiang (Bengkulu)

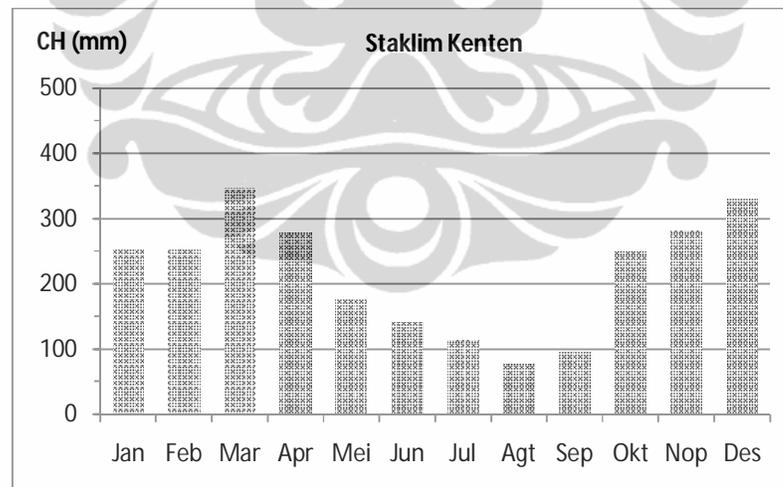


(lanjutan)

Lampiran A.1.5 Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985 - 2005 di Stasiun Meteorologi SMB II (Sumatera Selatan)

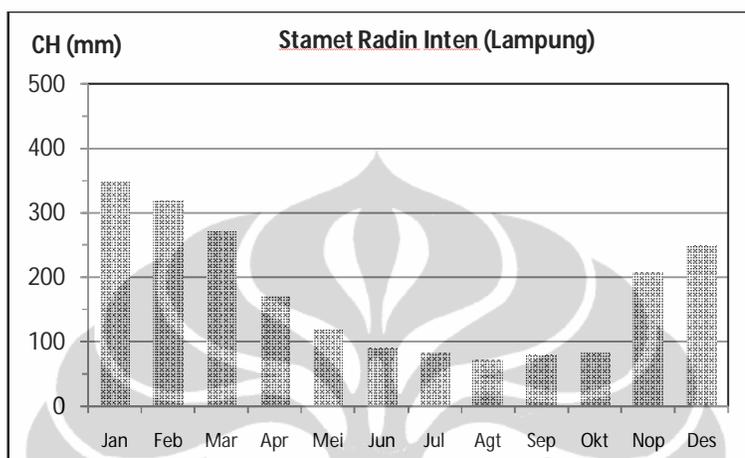


Lampiran A.1.6 Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985 - 2005 di Stasiun Klimatologi Kenten (Sumatera Selatan)



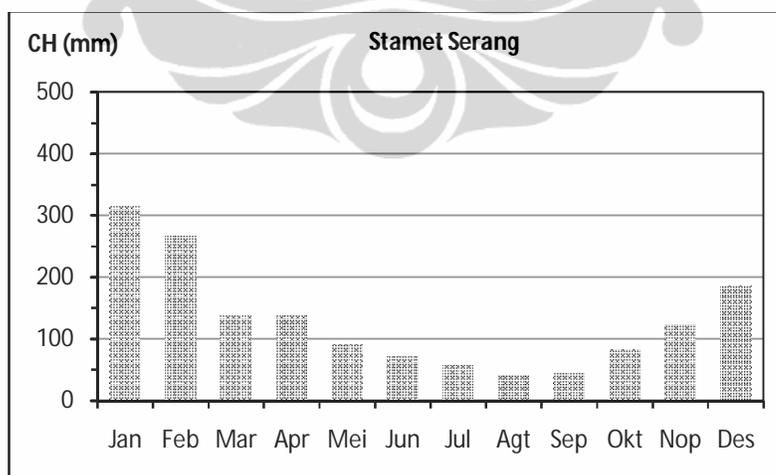
(lanjutan)

Lampiran A.1.7 Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985 - 2005 di Stasiun Meteorologi Radin Inten (Lampung)



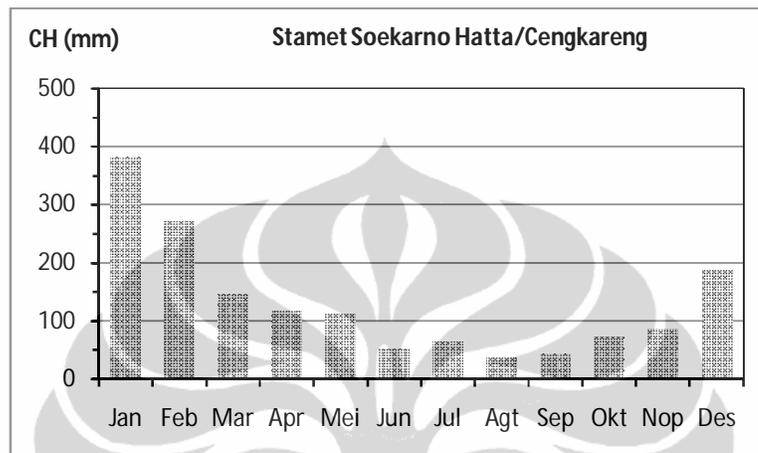
B. Grafik curah hujan bulanan di wilayah Jawa Bagian Barat

Lampiran B.1.1 Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985 - 2005 di Stasiun Meteorologi Serang (Banten)

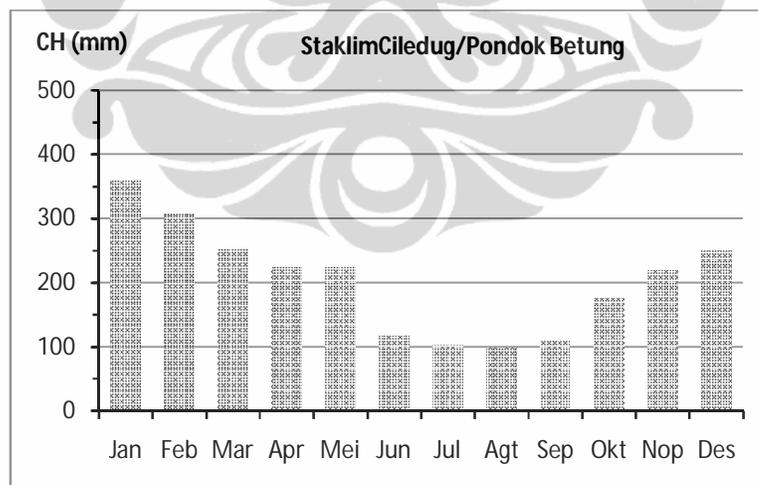


(lanjutan)

Lampiran B.1.2 Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985 - 2005 di Stasiun Meteorologi Soekarno Hatta/Cengkareng (Banten)

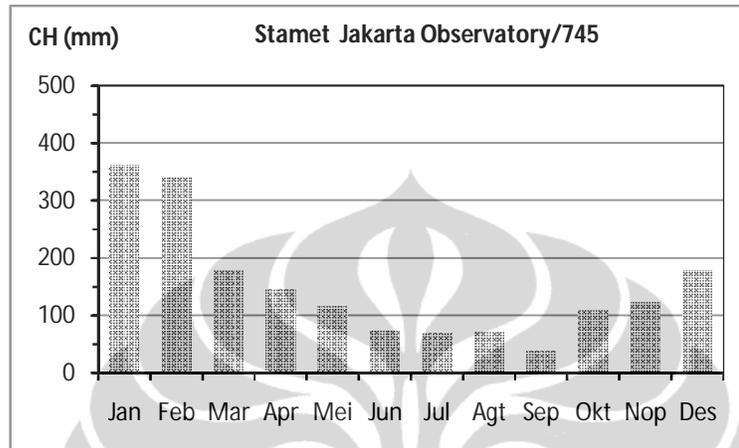


Lampiran B.1.3 Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985 - 2005 di Stasiun Klimatologi Pondok Betung (Banten)

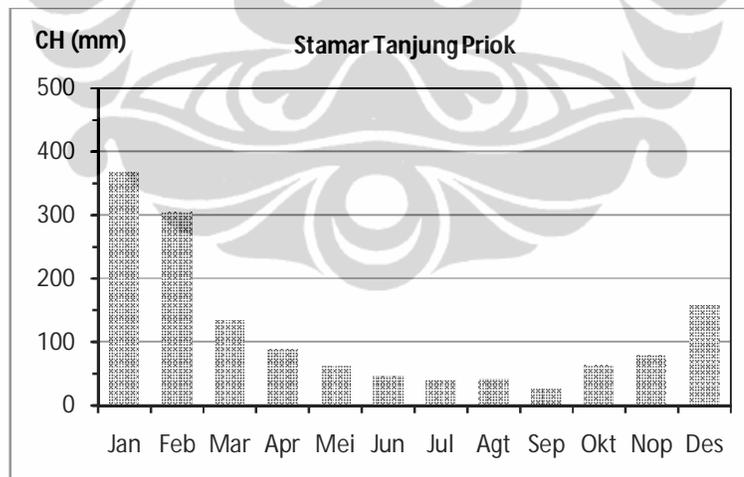


(lanjutan)

Lampiran B.1.4 Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985 - 2005 di Stasiun Meteorologi Jakarta 745/Kemayoran (DKI)

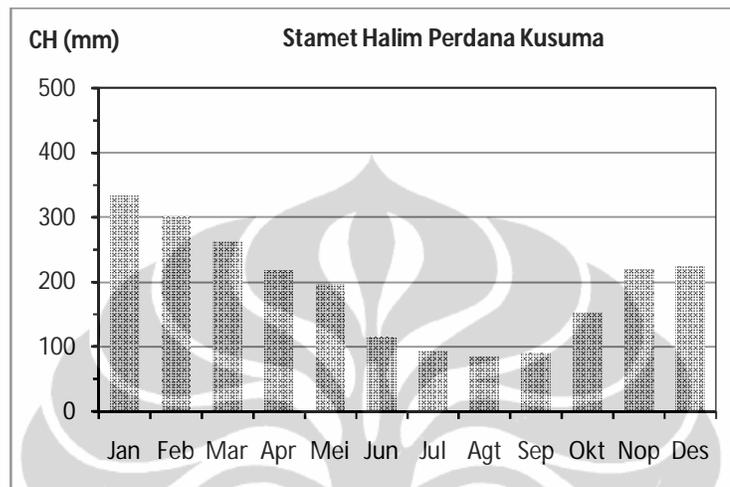


Lampiran B.1.5 Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985 - 2005 di Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok (DKI)



(lanjutan)

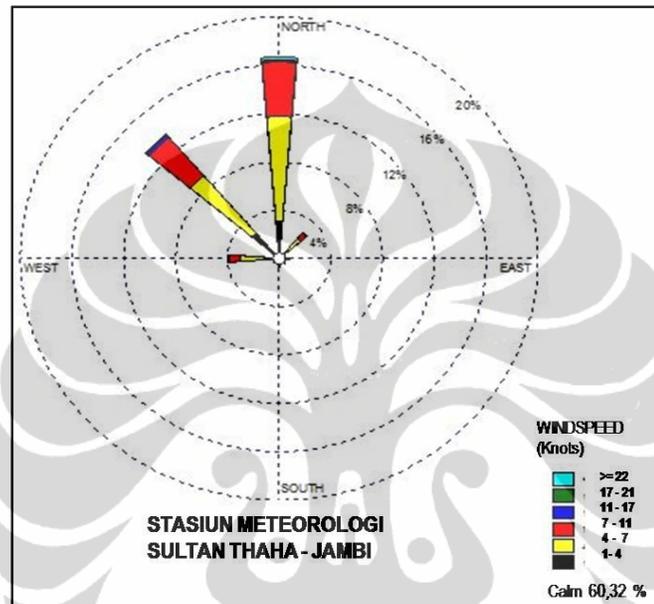
Lampiran B.1.6 Grafik curah hujan bulanan periode tahun 1985 - 2005 di Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma (DKI)



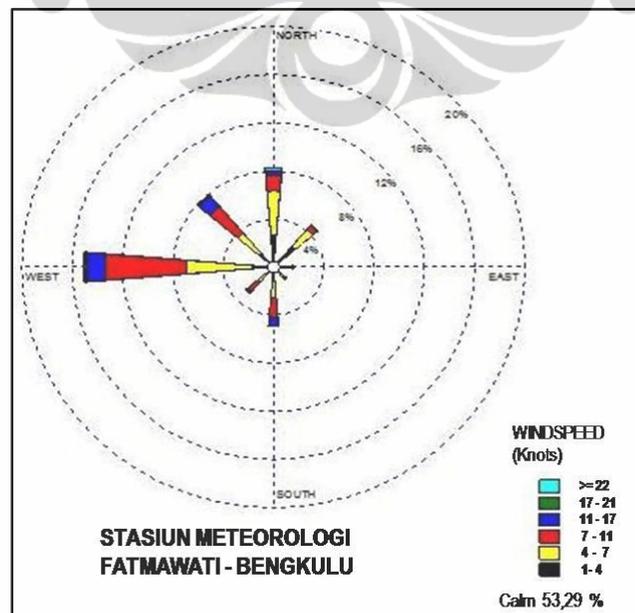
Lampiran 2.

A. Klimatologi angin periode 1992-2011 pada bulan DJF di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat

Lampiran A.2.1 Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi Sultan Thaha-Jambi



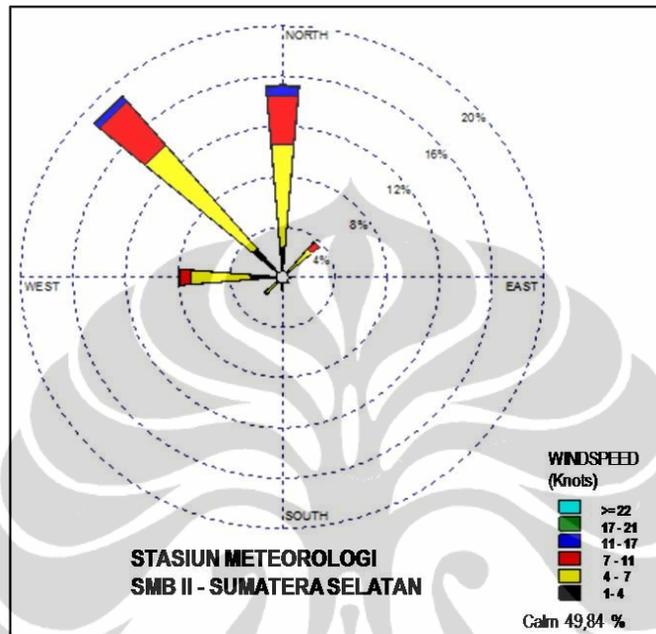
Lampiran A.2.2 Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi Fatmawati - Bengkulu



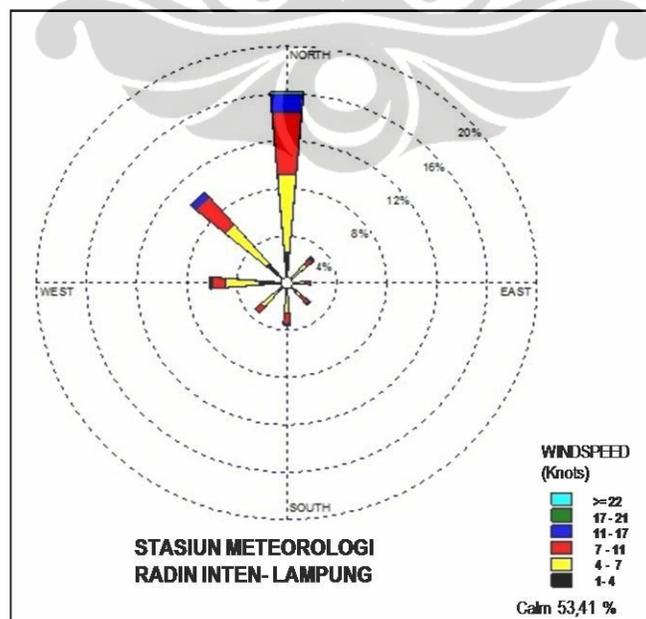
Universitas Indonesia

(lanjutan)

Lampiran A.2.3 Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi SMB II - Sumatera Selatan



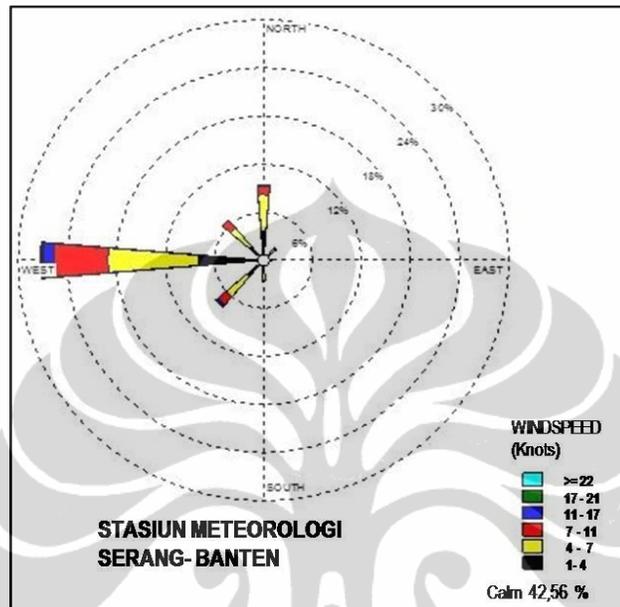
Lampiran A.2.4 Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi Radin Inten - Lampung



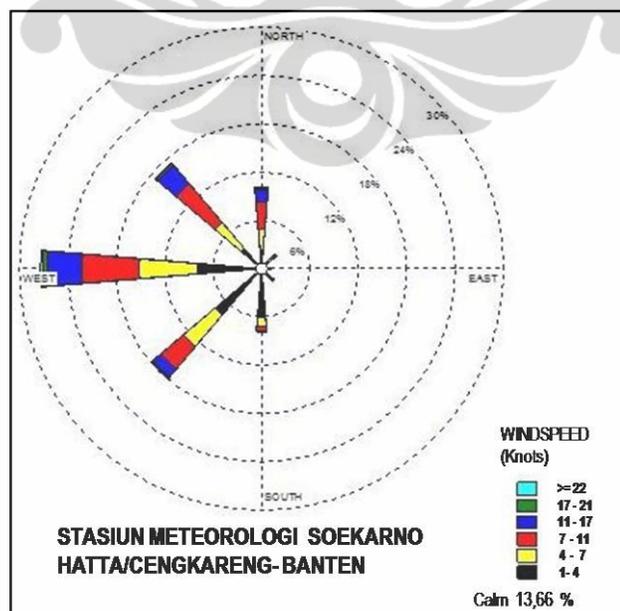
Universitas Indonesia

(lanjutan)

Lampiran A.2.5 Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi Serang - Banten



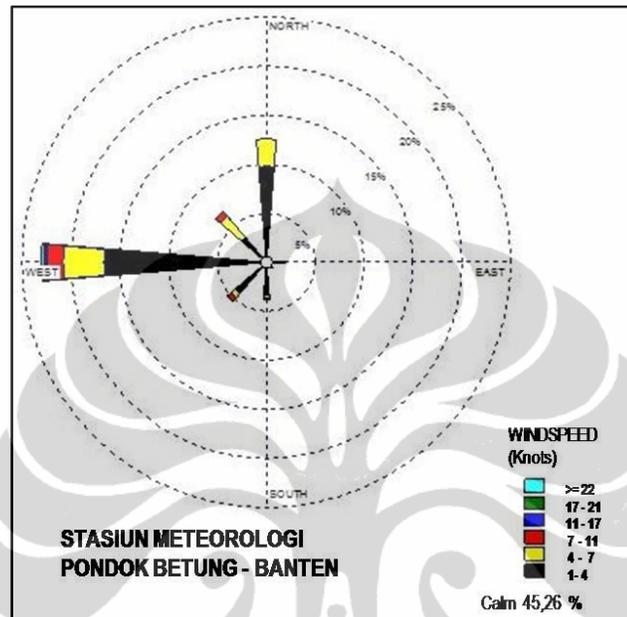
Lampiran A.2.6 Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi Soekarno Hatta/Cengkareng - Banten



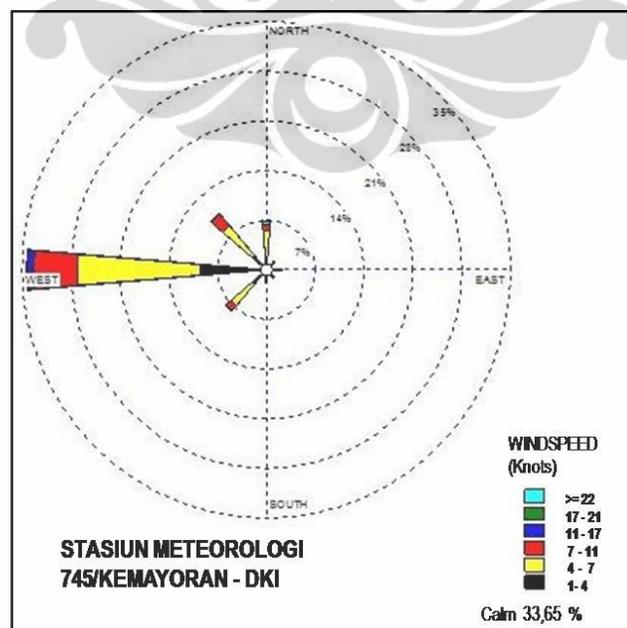
Universitas Indonesia

(lanjutan)

Lampiran A.2.7 Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Klimatologi Pondok Betung - Banten



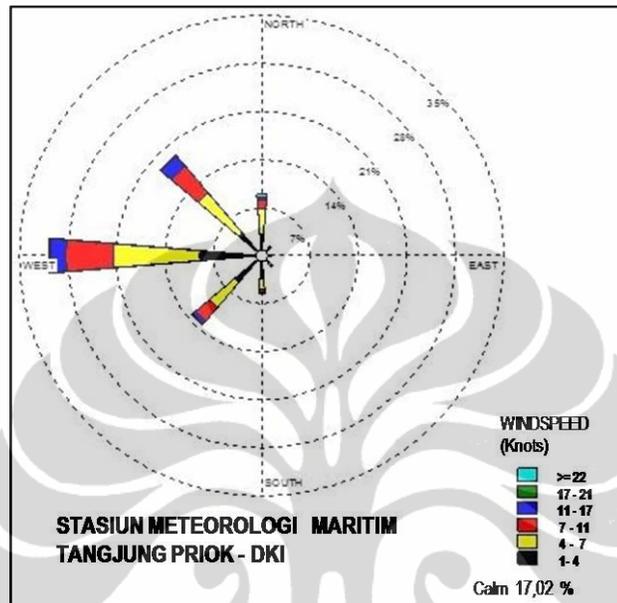
Lampiran A.2.8 Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi 745/Kemayoran - DKI



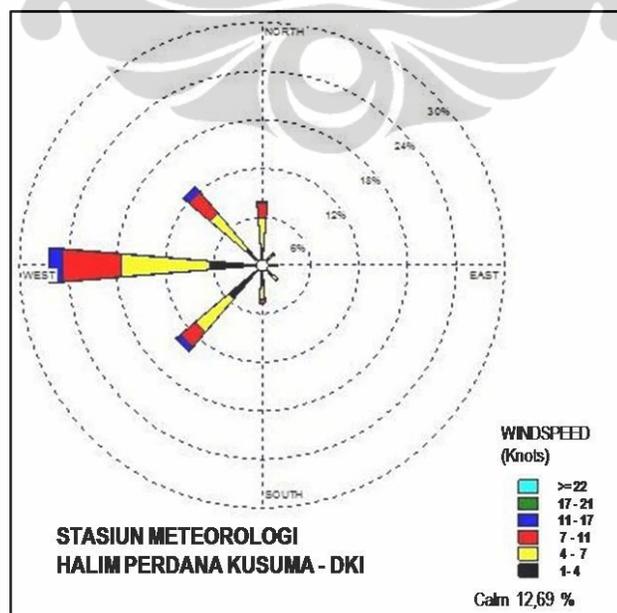
Universitas Indonesia

(lanjutan)

Lampiran A.2.9 Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok - DKI



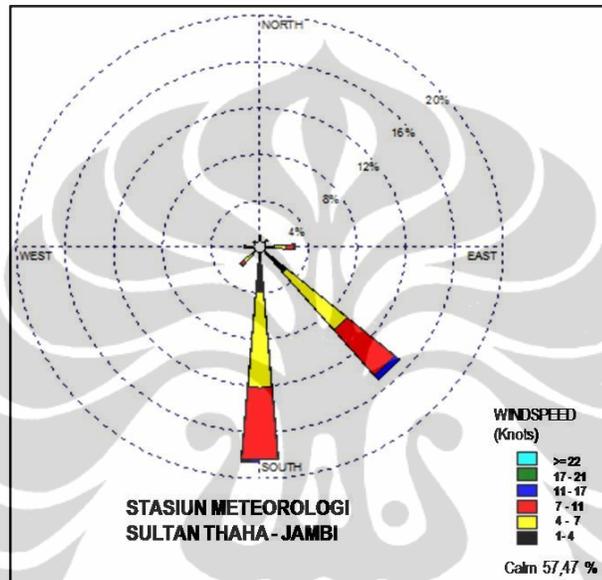
Lampiran A.2.10 Gambaran pola angin pada DJF di Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma - DKI



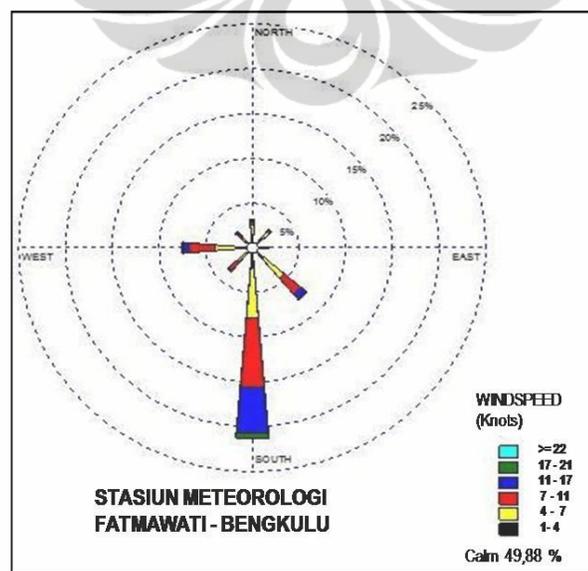
(lanjutan)

B. Klimatologi angin periode 1992-2011 pada bulan JJA di Sumatera bagian selatan dan Jawa bagian barat

Lampiran B.2.1 Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi Sultan Thaha-Jambi



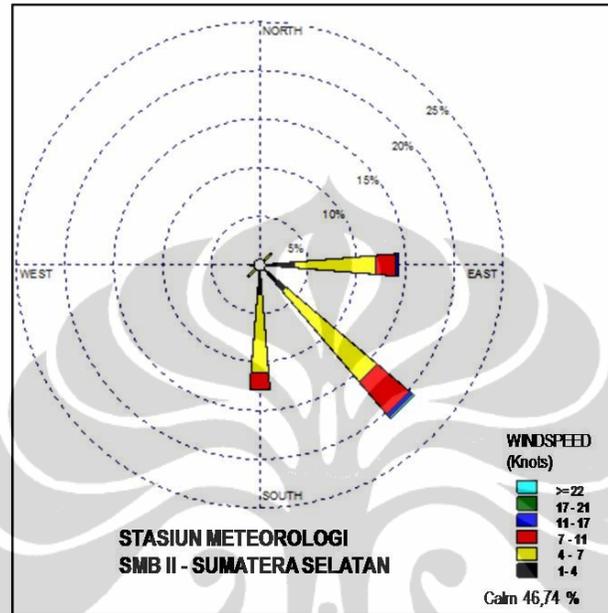
Lampiran B.2.2 Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi Fatmawati - Bengkulu



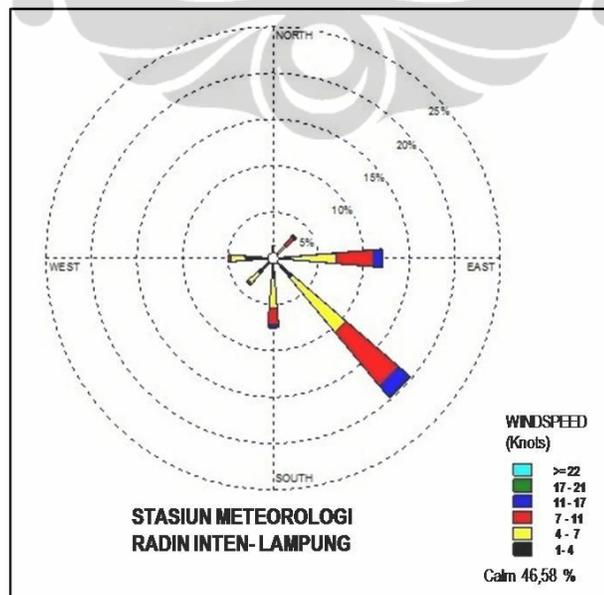
Universitas Indonesia

(lanjutan)

Lampiran B.2.3 Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi SMB II - Sumatera Selatan



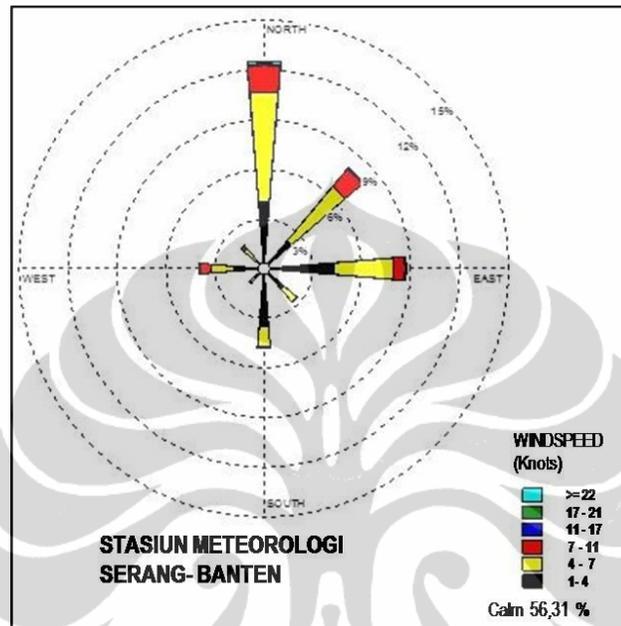
Lampiran B.2.4 Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi Radin Inten - Lampung



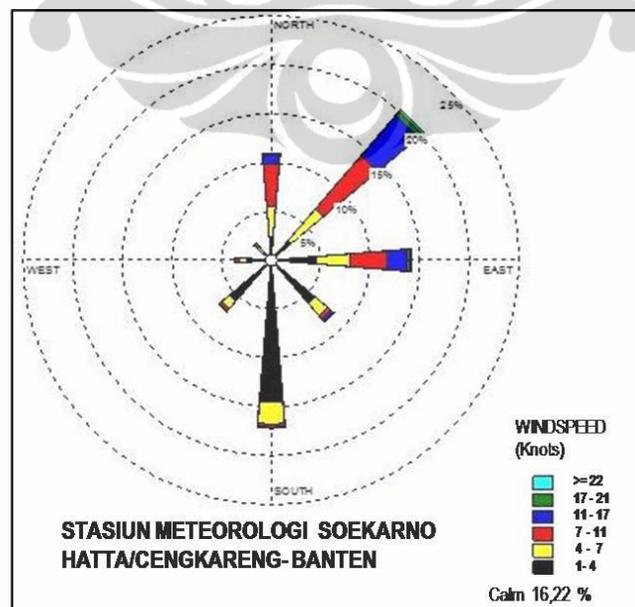
Universitas Indonesia

(lanjutan)

Lampiran B.2.5 Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi Serang - Banten



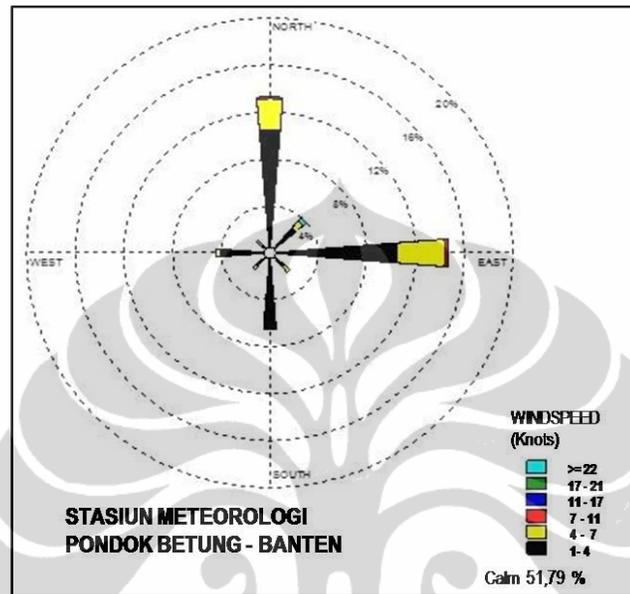
Lampiran B.2.6 Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi Soekarno Hatta/Cengkareng - Banten



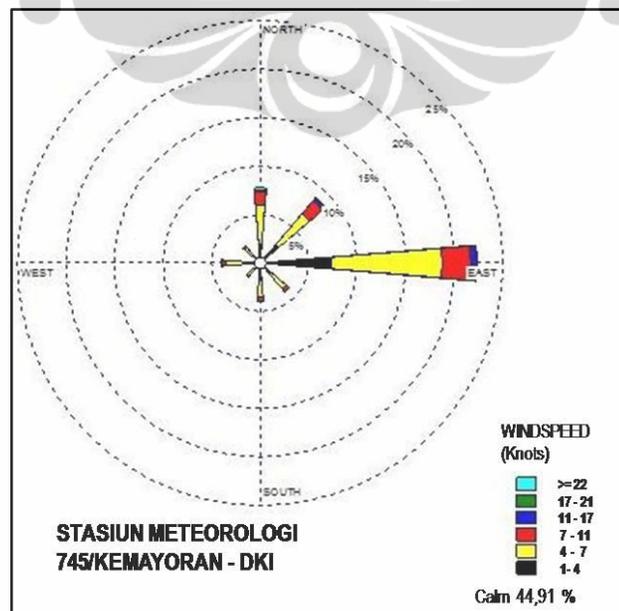
Universitas Indonesia

(lanjutan)

Lampiran B.2.7 Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Klimatologi Pondok Betung - Banten



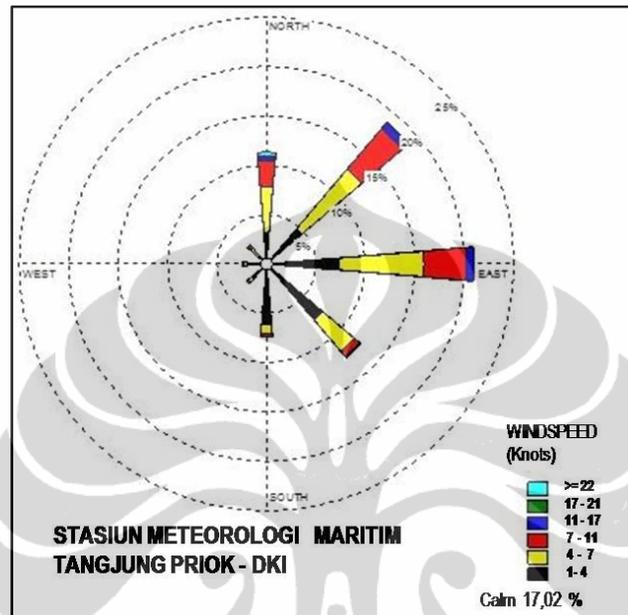
Lampiran B.2.8 Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi 745/Kemayoran - DKI



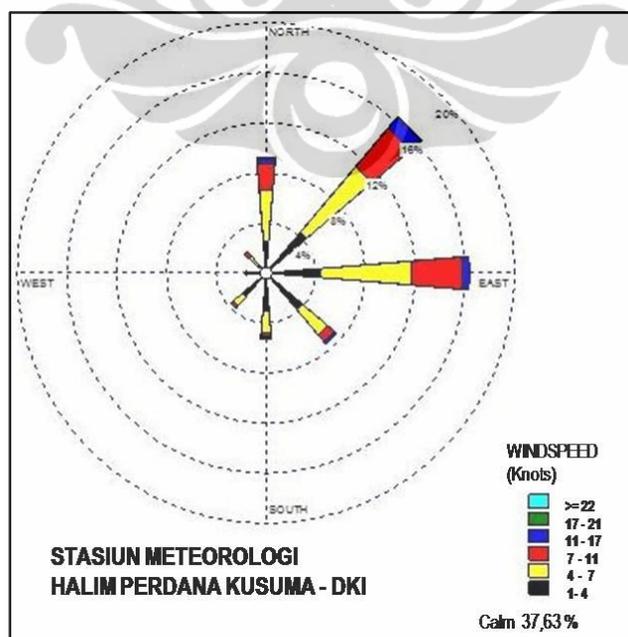
Universitas Indonesia

(lanjutan)

Lampiran B.2.9 Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok - DKI



Lampiran B.2.10 Gambaran pola angin pada JJA di Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma - DKI

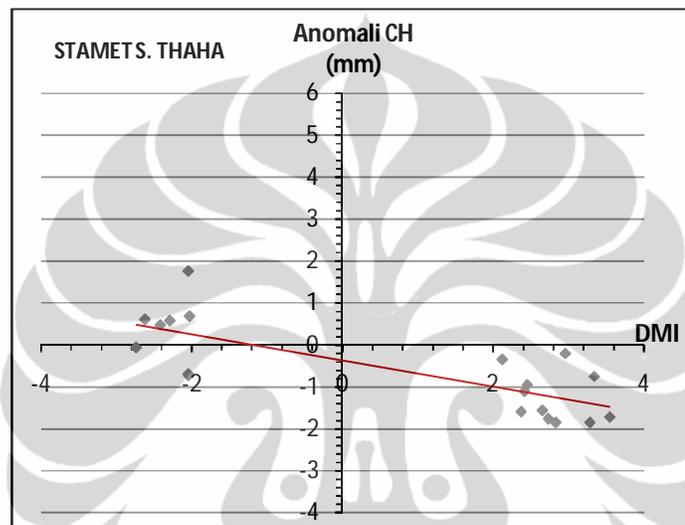


Universitas Indonesia

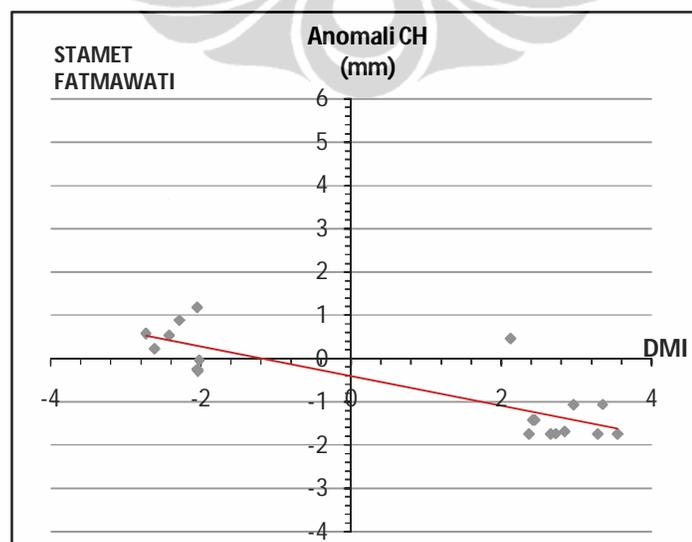
Lampiran 3.

A. Dampak DM positif dan DM negatif terhadap penurunan atau peningkatan curah hujan bulanan periode 1985-2005 di Sumatera bagian selatan

Lampiran A.3.1 Grafik sebaran curah hujan bulanan akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Meteorologi Sultan Thaha-Jambi.

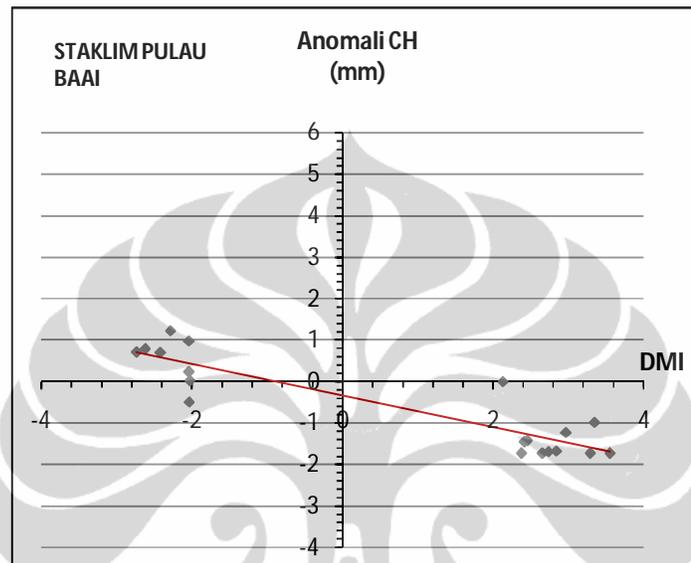


Lampiran A.3.2 Grafik sebaran curah hujan bulanan akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Meteorologi Fatmawati-Bengkulu.

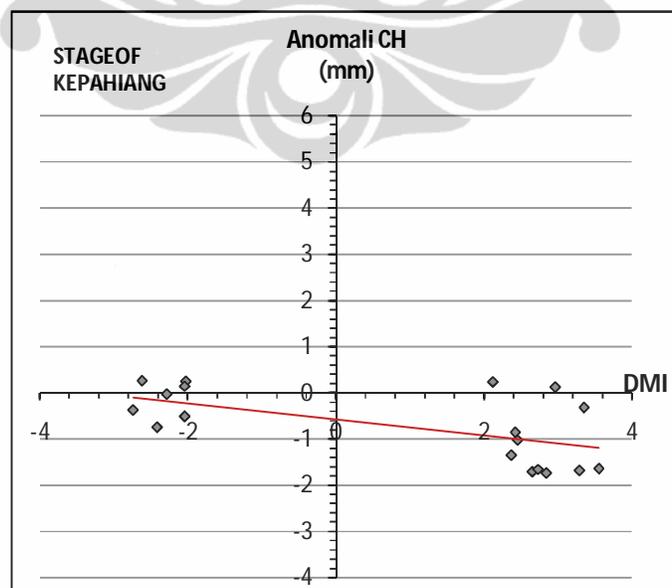


(lanjutan)

Lampiran A.3.3 Grafik sebaran curah hujan bulanan akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Klimatologi Pulau Baai-Bengkulu.

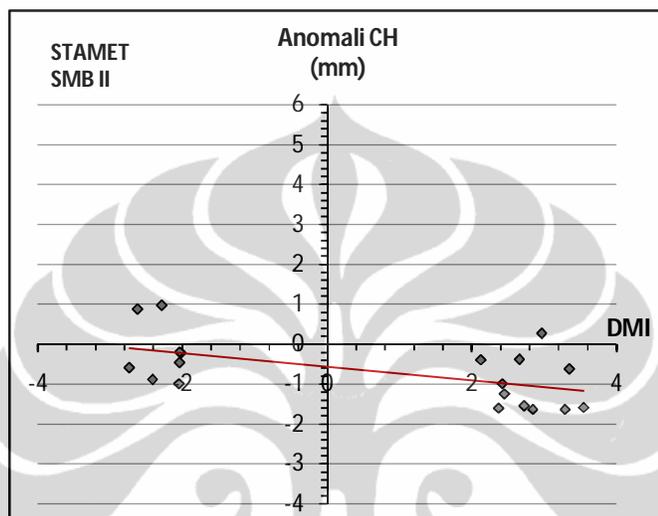


Lampiran A.3.4 Grafik sebaran curah hujan bulanan akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Geofisika Kepahiang-Bengkulu.

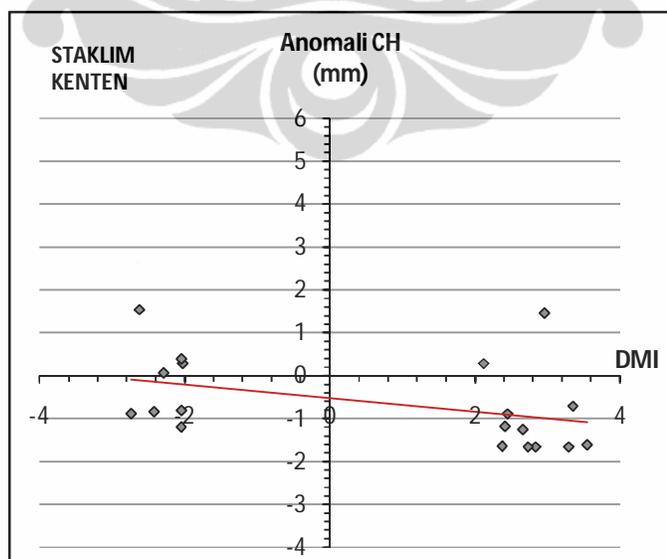


(lanjutan)

Lampiran A.3.5 Grafik sebaran curah hujan bulanan akibat DM positif atau DM negatif $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Meteorologi SMB II - Sumatera Selatan.

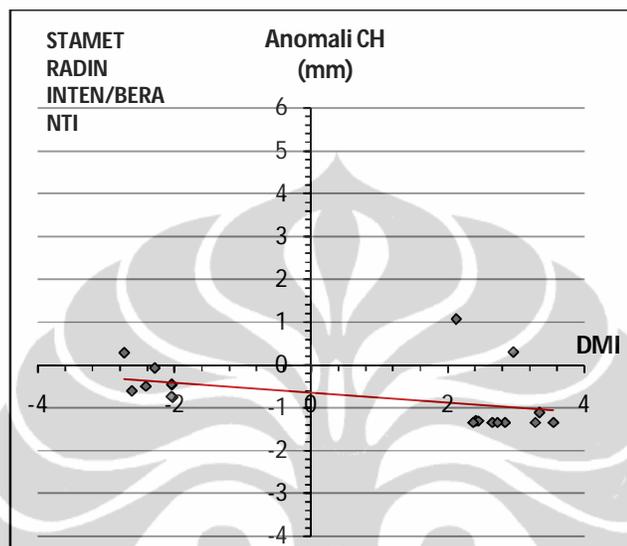


Lampiran A.3.6 Grafik sebaran curah hujan bulanan akibat $DM \geq 2^{\circ}C$ dan $DM \leq -2^{\circ}C$ di Stasiun Klimatologi Kenten-Sumatera Selatan.



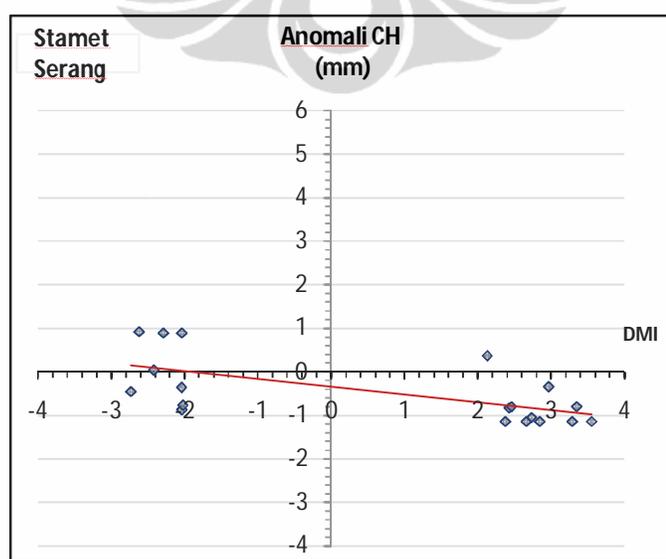
(lanjutan)

Lampiran A.3.7 Grafik sebaran curah hujan bulanan akibat $DM \geq 2^\circ C$ dan $DM \leq -2^\circ C$ di Stasiun Meteorologi Radin Inten - Lampung.



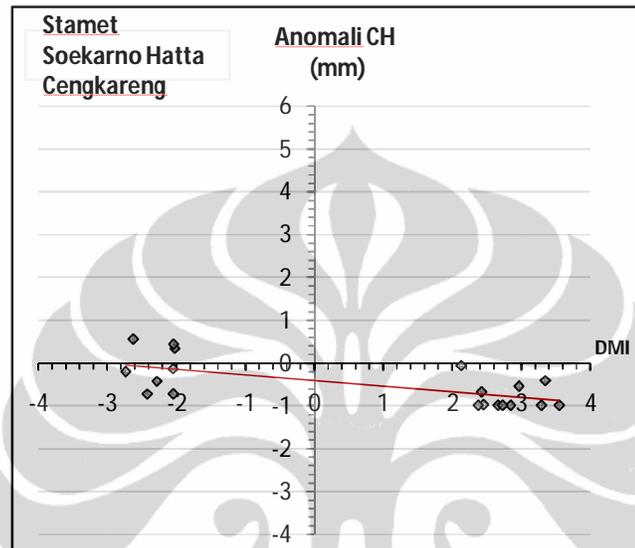
B. Dampak DM positif dan DM negatif terhadap penurunan atau peningkatan curah hujan bulanan periode 1985-2005 di Jawa bagian barat

Lampiran B.3.1 Grafik sebaran curah hujan bulanan akibat $DM \geq 2^\circ C$ dan $DM \leq -2^\circ C$ di Stasiun Meteorologi Serang - Banten

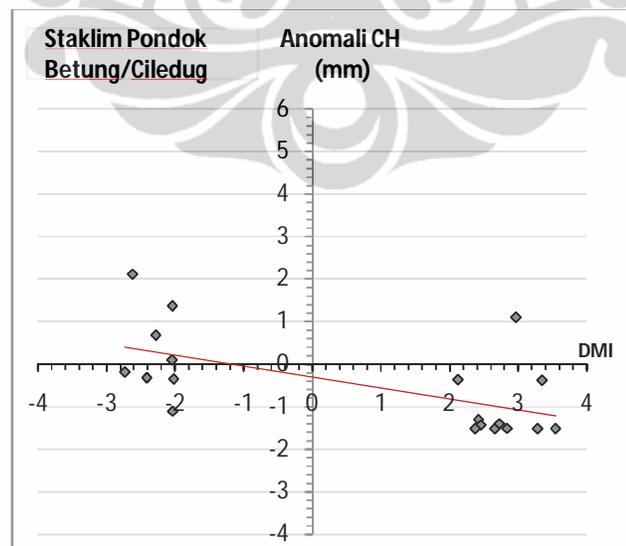


(lanjutan)

Lampiran B.3.2 Grafik sebaran curah hujan bulanan akibat $DM \geq 2^\circ C$ dan $DM \leq -2^\circ C$ di Stasiun Meteorologi Soekarno Hatta Cengkareng - Banten

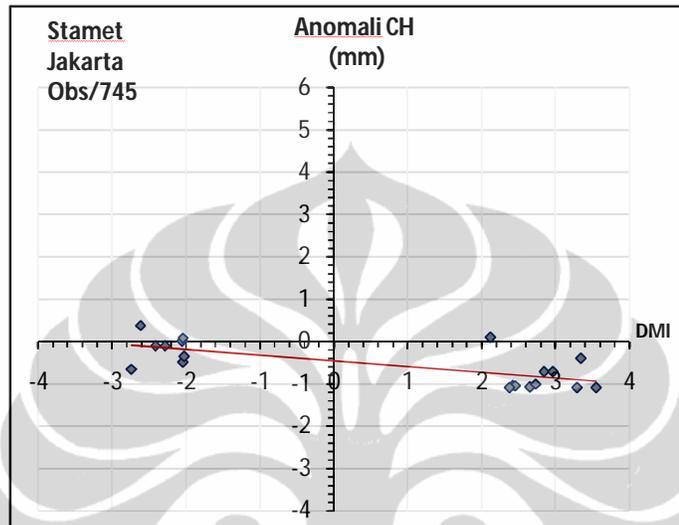


Lampiran B.3.3 Grafik sebaran curah hujan bulanan akibat $DM \geq 2^\circ C$ dan $DM \leq -2^\circ C$ di Stasiun Klimatologi Pondok Betung - Banten

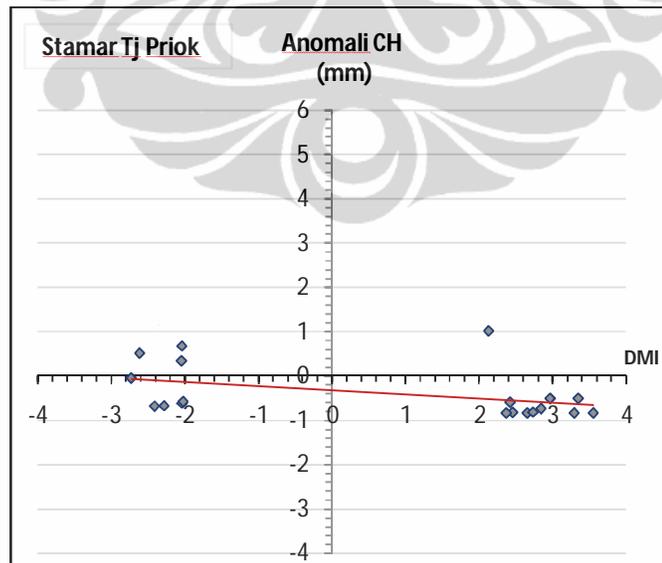


(lanjutan)

Lampiran B.3.4 Grafik sebaran curah hujan bulanan akibat $DM \geq 2^\circ C$ dan $DM \leq -2^\circ C$ di Stasiun Meteorologi 745/Kemayoran - DKI

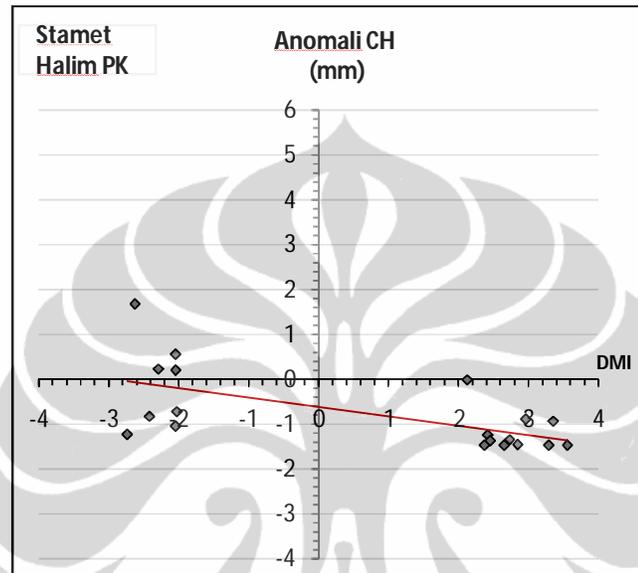


Lampiran B.3.5 Grafik sebaran curah hujan bulanan akibat $DM \geq 2^\circ C$ dan $DM \leq -2^\circ C$ di Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Priok - DKI



(lanjutan)

Lampiran B.3.6 Grafik sebaran curah hujan bulanan akibat $DM \geq 2^\circ C$ dan $DM \leq -2^\circ C$ di Stasiun Meteorologi Halim Perdana Kusuma-DKI



Daftar Singkatan

Singkatan	Arti
IOD	Indian Ocean Dipole
IODM	Indian Ocean Dipole Mode
DM	Dipole Mode
DMI	Dipole Mode Index
DM (+)	Dipole Mode Positif
DM (N)	Dipole Mode Netral
DM (-)	Dipole Mode Negatif
SPL	suhu permukaan laut
ASPL	anomali suhu permukaan laut
OLR	<i>Outgoing Longwave Radiation</i>
OLRA	<i>Outgoing Longwave Radiation Anomaly</i>
WTIO	Western Tropical Indian Ocean
SETIO	Southeastern Tropical Indian Ocean
ENSO	El-Nino Southern Oscillation
EN	El-Nino
ONI	Ocean Nino Index
LN	La-Nina
NCEP	The National Centers for Atmospheric Prediction

(lanjutan)

Singkatan	Arti
NCAR	The National Centers for Atmospheric Research
JRA	Japanese-25years Reanalysis
JMA	Japan Meteorological Agency
JCDAS	JMA Climate Data Assimilation System
JAMSTEC	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology
BMKG	Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
ff	Simbol kecepatan angin dalam kode cuaca
ddd	Simbol arah angin dalam kode cuaca
MCL	Mixing Condensation Level
Cu	Cumulus
Sc	Stratocumulus
Cb	Cumulonimbus
St	Stratus
q	Simbol kelembaban spesifik
LCW	Liquid Cloud Water content
DPD	Dew Point Depression
LU	Lintang Utara
LS	Lintang Selatan

(lanjutan)

Singkatan	Arti
BT	Bujur Timur
BBU	Belahan Bumi Utara
BBS	Belahan Bumi Selatan
DJF	Desember-Januari-Februari
JJA	Juni-Juli-Agustus
Des	Desember
Jan	Januari
Feb	Februari
Jun	Juni
Jul	Juli
Agt	Agustus
mb	milibar
m/s	meter per sekon
W/m ²	Watt per meter kuadrat
g/kg	gram per kilogram
r	simbol koefisien korelasi
r ²	simbol koefisien determinasi

Definisi dalam Operasional

Anomali adalah nilai penyimpangan terhadap nilai rata-ratanya.

Suhu Permukaan Laut adalah suhu air dekat permukaan laut sekitar 1 milimeter dekat permukaan laut hingga kedalaman 20 meter dibawahnya.

Outgoing Longwave Radiation adalah energi gelombang panjang yang dipancarkan kembali oleh Bumi ke atmosfer **Anomali Suhu Permukaan Laut** adalah penyimpangan nilai suhu permukaan laut terhadap nilai rata-ratanya.

Outgoing Longwave Radiation Anomaly adalah nilai simpangan OLR dari rata-ratanya.

Angin adalah gerak udara relatif terhadap permukaan bumi dari tekanan tinggi ke tekanan rendah.

Arah angin dalam kode cuaca diberi simbol ddd dan diberi nama berdasarkan dari arah mana angin datang dan dinyatakan dalam satuan derajat pada skala 0° - 360° . Misalnya angin Utara = 360° (datang dari arah Utara), angin Timur = 90° (datang dari arah Timur), angin Selatan = 180° (datang dari arah Selatan) dan Angin Barat = 270° (datang dari arah Barat).

Kecepatan angin dinyatakan dalam satuan knot dalam kode cuaca diberi simbol ff (1 knot= 1 mil/jam \approx 0,5 m/s). Untuk ff= 0 diberi simbol Calm.

Pola Arah Angin adalah arah yang menyatakan dari mana angin datang dan dihitung dari rata-rata bulanan.

Angin Zonal adalah gerak udara dengan arah mengikuti lingkaran garis lintang atau ke arah timur - barat.

Angin Meridional adalah gerak udara dengan arah mengikuti lingkaran garis meridian atau ke arah utara - selatan.

(lanjutan)

Windrose adalah alat yang digunakan oleh ahli meteorologi untuk menggambarkan distribusi kecepatan dan arah angin di lokasi tertentu.

Depresi titik embun (*Dew Point Depression=DPD*) adalah perbedaan antara suhu udara (T) dan suhu titik embun (T_d) pada ketinggian tertentu di atmosfer. DPD dihitung dengan rumus:

$$DPD = T - T_d \quad (\text{Lampiran 5.1})$$

Kelembaban Spesifik (q) adalah perbandingan antara massa uap air dan massa udara dalam tiap satuan volume udara. Misalnya dalam 1 m^3 udara mengandung m_v gram uap air dan m_d gram udara kering, maka berat udara sebesar $(m_v + m_d)$ gram. Kelembaban spesifik dihitung dengan rumus:

$$q = \frac{m_v}{(m_v + m_d)} \quad (\text{Lampiran 5.2})$$

dimana m_v = massa uap air dan m_d = massa udara kering

Cloud-Liquid Water Content (LCW) adalah ukuran dari massa air yang terdapat di awan dalam jumlah tertentu udara kering. Biasanya diukur per volume udara (g/m^3) atau massa udara (g/kg). (Bohren, 1998). Menurut Wallace (2006), LWC dapat dihitung dengan persamaan:

$$LWC = \frac{(m_w * n)}{N} \quad (\text{Lampiran 5.3})$$

dimana m_w = massa air dalam paket udara,

N = jumlah tetes air (*water droplets*) per volume awan,

V = volume total awan yang diukur

n = konsentrasi tetes air = N/V

(lanjutan)

Curah Hujan adalah banyaknya hujan yang jatuh ke permukaan tanah. Curah Hujan 1 milimeter adalah banyaknya hujan yang jatuh ke permukaan tanah dan diukur setinggi 1 milimeter tanpa ada yang meresap, mengalir (*run-off* atau limpasan) dan menguap; atau didefinisikan dengan banyaknya hujan dalam satu luasan permukaan tanah 1 meter persegi tertampung jumlah hujan sebanyak 1 liter.

Rata-rata curah hujan dihitung berdasarkan nilai rata-rata dengan periode paling sedikit 10 tahun.

