

ANALISIS PERUBAHAN CURAH HUJAN SATELIT TROPICAL MEASURING MISSION (TRMM) TAHUN 2009 DAN TAHUN 2010

Any Zubaidah*

* Peneliti Bidang Lingkungan dan Mitigasi Bencana-Pusatja LAPAN

ABSTRACT

The utilization of a combination of sensor data PR (Precipitation Radar) and TMI (TRMM Microwave Imager) satellite carried by the TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) can be used to analyze the characteristics and mechanisms of rainfall in tropical regions. It was applied in the territory of Indonesia. The aim of this study was to analyze the rainfall of TRMM data in 2009 and 2010 in order to understand each characteristic and phenomenon that occurs. TRMM data that were used was type of 3B43. The research method that applied included a search pattern of spatial and temporal rainfall obtained from the processing of TRMM rainfall data. The results showed that the rainfall data in 2009 and 2010 from TRMM satellite monitoring is able to represent the rainfall conditions during extreme conditions in the territory of Indonesia, either at the time of El Niño and La Niña. In 2009 occurred the phenomenon of El Nino, while the year 2010 was phenomenon of La Nina.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara kepulauan maritim, terdiri dari banyak pulau besar dan kecil, dipisahkan oleh banyak laut dan selat, serta memiliki garis pantai yang panjang. Secara geografis, terbentang dari 06 °LU-11 °LS; 95 °BT - 141 °BT. Wilayah Indonesia dilalui oleh garis katulistiwa dan merupakan lokasi terjadinya konvergensi dua buah sirkulasi utama di dunia yaitu sirkulasi walker dan sirkulasi hadley. Selain itu, wilayah Indonesia di penuhi oleh gunung², hutan, ladang yang unik bentuknya. Kondisi tersebut menyebabkan Indonesia sebagai wilayah tropis yang memiliki variasi curah hujan yang tinggi baik dalam skala ruang maupun waktu.

Indonesia terletak di antara dua benua dan dua samudera, sehingga kondisi curah hujan di Indonesia dipengaruhi oleh monsun Asia-Australia, dimana aktifitas hangat dikedua benua akibat dari pergerakan matahari yang berpindah dari 23.5⁰ LU ke 23.5⁰ LS setiap tahun menyebabkan wilayah Indonesia di lewati oleh angin monsun. Secara global kondisi curah hujan di Indonesia selain dipengaruhi oleh monsun Asia-Australia, juga fenomena El Nino dan La Nina, dan Indian Ocean Dipole Mode (IOD). El Nino dan La Nina merupakan kondisi abnormal iklim pada area Samudra Pasifik yang terletak pada daerah ekuatorial. Kedua gejala alam ini mempunyai kondisi anomali yang berbeda, El Nino dicirikan dengan

naiknya suhu permukaan laut (*warm phase*) sedangkan La Nina mempunyai kondisi yang sebaliknya yaitu turunnya suhu permukaan air laut (*cold phase*) pada area katulistiwa Samudra Pasifik.

Dampak yang ditimbulkan oleh anomali alam ini memang cukup luar biasa dalam rentang area yang luas antara lain kekeringan, kekurangan pangan dan banjir. Beberapa bencana kekeringan dan banjir yang terjadi di Indonesia juga disebabkan oleh El Nino atau La Nina. Akan tetapi penelitian lebih lanjut menemukan bahwa tidak semua anomali ini menimbulkan dampak negatif. Sebuah riset menunjukkan bahwa El Nino menurunkan intensitas dan jumlah badai Atlantik dan tornado yang melintasi bagian tengah Amerika Serikat. (edy yuvera:nationalgeographic dan internet source)

Informasi curah hujan yang dikenal masyarakat pada umumnya selain berasal dari hasil pengukuran stasiun pengamatan cuaca di lapangan juga telah banyak dilakukan berdasarkan observasi wahana antariksa (satelit). Salah satunya menggunakan data observasi satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*).

Satelit TRMM diluncurkan pada tanggal 27 Nopember 1997, pada jam 6:27 pagi waktu Jepang dan dibawa oleh roket H-II di pusat stasiun peluncuran roket milik JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) di Tanegashima-Jepang. Satelit TRMM tersebut merupakan

hasil kerjasama dua badan antariksa nasional, yaitu Amerika Serikat (NASA: *National Aeronautics and Space Administration*) dan Jepang (NASDA: *National Space Development of Japan*; sekarang berubah menjadi JAXA: *Japan Aerospace Exploration Agency*), berorbit polar (*non-sun-synchronous*) dengan inklinasi sebesar 35° terhadap ekuator, berada pada ketinggian orbit 350 km (pada saat-saat awal diluncurkan), dan diubah ketinggian orbitnya menjadi 403 km sejak 24 Agustus 2001 sampai Sekarang (Suryantoro, 2008)

Satelit TRMM membawa 5 sensor utama yaitu PR (*Precipitation Radar*), TMI (*TRMM Microwave Imager*), VIRS (*Visible Infrared Scanner*), LIS (*Lightning Imaging Sensor*) dan CERES (*Clouds and Earth's Radiant Energy System*), merupakan wahana yang sangat tepat digunakan untuk studi karakteristik dan mekanisme curah hujan tropis.

Karakteristik umum sensor-sensor satelit TRMM dapat diungkapkan sebagai berikut. Pertama, Sensor Precipitation Radar (PR) ini merupakan sensor radar untuk pemantauan presipitasi yang pertama di antariksa. Sensor PR ini bekerja pada frekuensi 13,8 GHz untuk mengukur distribusi presipitasi secara 3 dimensi, baik untuk presipitasi di atas daratan maupun di atas lautan; serta untuk menentukan kedalaman lapisan presipitasi. Sensor PR memiliki resolusi spasial 5 km dengan lebar sapuan 247 km mampu menyediakan profil vertikal hujan/salju dari permukaan hingga ketinggian 20 km, mendeteksi intensitas hujan ringan (sampai 0,7 mm/jam), dan mendeteksi intensitas hujan lebat. Kedua, Sensor TRMM Microwave Imager (TMI) merupakan suatu radiometer gelombang pasif banyak kanal yang beroperasi pada 5 frekuensi yaitu 10,65; 19,35; 37,0; dan 85,5 GHz polarisasi ganda dan pada 22,235 GHz polarisasi tunggal. Sensor TMI memiliki resolusi spasial 5,1 km dengan lebar sapuan 878 km mampu menghitung kandungan uap air dalam atmosfer dan awan, menghitung intensitas curah hujan. Ketiga, Sensor Visible and Infrared Scanner (VIRS) terdiri dari 5 kanal, masing-masing pada panjang gelombang 0,63; 1,6; 3,75, 10,8 dan 12 •m. Resolusi spasial dari data yang dihasilkan oleh sensor VIRS ini adalah 2,2 km. mampu mengetahui kondisi keawanan, terutama digunakan untuk pemantauan liputan awan, jenis awan dan temperatur

puncak awan. Sedangkan sensor ke-empat dan ke-lima dalam satelit TRMM yaitu sensor LIS (*Lightning Imaging Sensor*) dan CERES (*Clouds and Earth's Radiant Energy System*), mempunyai kemampuan untuk mengetahui penyebaran dan variabilitas awan.

Data observasi satelit TRMM tersedia sejak bulan Januari 1998 hingga sekarang. Keunggulan data TRMM antara lain tersedia secara near real-time setiap tiga jam sekali, konsisten, daerah cakupan yang luas yaitu wilayah tropik, resolusi spasial yang cukup tinggi (0.25 x 0.25), dan dapat diakses secara gratis.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan curah hujan bulanan, untuk mengetahui distribusi spasial dan pola curah hujan serta memahami karakteristik curah hujan dan fenomena yang terjadi di wilayah Indonesia selama tahun 2009 dan tahun 2010. Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah curah hujan dari pemantauan satelit TRMM yang dikenal dengan nama/jenis 3B43. Data TRMM jenis 3B43 memiliki resolusi temporal bulanan (*monthly*) dan resolusi spasial 0,25° x 0,25°. Cakupan pengamatan datanya adalah global, dari 50° LU-50°LS dan 180°BT-180°BB, dan tersedia dari bulan Januari 1998 sampai sekarang. Namun dalam penelitian ini, data TRMM jenis 3B43 yang digunakan dibatasi pada periode Januari 1998 sampai Desember 2010, dan pokok bahasan penelitian curah hujan difokuskan untuk observasi data TRMM tahun 2009 dan tahun 2010.

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengakses deret waktu data TRMM jenis 3B43 di internet tahun 1998-2010 untuk wilayah Indonesia, data TRMM bersumber dari NASA. (Sumber :). Selanjutnya dilakukan penghitungan nilai curah hujan bulanan dari tahun 1998 hingga 2010, dan nilai rata-rata bulanan selama 13 tahun di setiap Propinsi, kemudian dilakukan analisis curah hujan bulanan tahun 2009 dan 2010 terhadap rata-rata 13 tahun, untuk melihat karakteristik hujan yang terjadi akibat adanya fenomena alam seperti El Nino dan La Nina.

PEMBAHASAN

Distribusi spasial curah hujan bulanan Tahun 2009 dan Tahun 2010

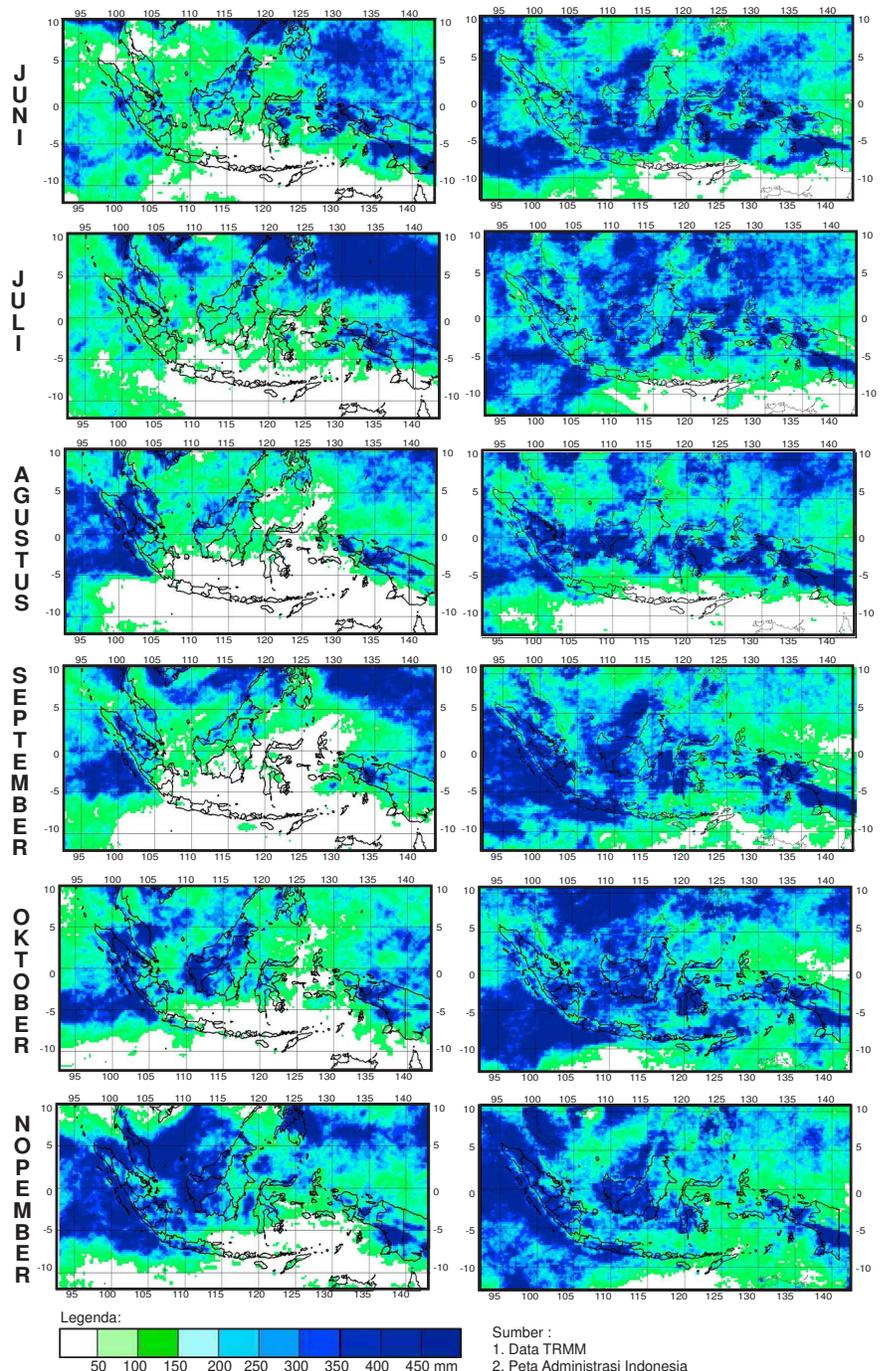
Hasil pengolahan data penelitian yang terdiri dari gambaran distribusi spasial curah hujan bulanan

observasi satelit TRMM 3B43 tahun 2009 dan distribusi spasial curah hujan bulanan observasi satelit TRMM 3B43 tahun 2010 diwakili oleh periode Juni-Juli-Agustus (JJA) untuk musim kemarau dan oleh periode September-Oktober-Nopember (SON) untuk musim hujan secara garis besar disajikan dalam Gambar 1.

Pada musim kemarau periode JJA, secara umum distribusi curah hujan bulanan tahun 2010 ditunjukkan lebih merata dibandingkan dengan distribusi curah hujan tahun 2009. Intensitas curah hujan di seluruh wilayah Indonesia tahun 2009 lebih rendah dibandingkan dengan tahun 2010. Pada tahun 2009 terlihat adanya distribusi curah hujan rata-rata bulanan dengan intensitas curah hujan rendah kurang dari 50 mm/bulan yang cukup luas yang meliputi Pulau Jawa, Bali, NTB, NTT, Maluku hingga memasuki wilayah Kalimantan Tengah bagian selatan, dan P. Sulawesi kecuali Sulawesi bagian barat yang terlihat pada bulan Agustus 2009. Adapun pada tahun 2010 distribusi curah hujan rata-rata bulanan dengan nilai intensitas curah hujan kurang dari 50 mm/bulan lebih sempit yang hanya terlihat di wilayah Bali, NTB, dan NTT.

Pada musim hujan periode SON, secara umum distribusi curah hujan pada tahun 2010 masih terlihat merata dibandingkan dengan distribusi curah hujan tahun 2009. Intensitas curah hujan di seluruh wilayah Indonesia juga masih terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan nilai intensitas curah hujan tahun 2009. Pada musim hujan bulan September 2009, distribusi curah hujan di wilayah Indonesia bagian selatan katulistiwa sebagian besar memiliki intensitas curah hujan yang rendah kurang dari 50 mm/bulan hingga masih berlanjut

sampai bulan Nopember 2009, namun pada bulan Nopember 2009 ini mulai bergeser ke wilayah Indonesia bagian Tengah. Sementara distribusi curah hujan rata-rata bulanan pada Nopember 2009, namun pada bulan Nopember 2009 ini mulai bergeser ke wilayah Indonesia bagian Tengah. Sementara distribusi curah hujan rata-rata bulanan pada musim hujan periode SON di wilayah Indonesia tahun 2010 tidak ditemukan adanya curah hujan yang rendah kurang dari 50 mm/bulan.



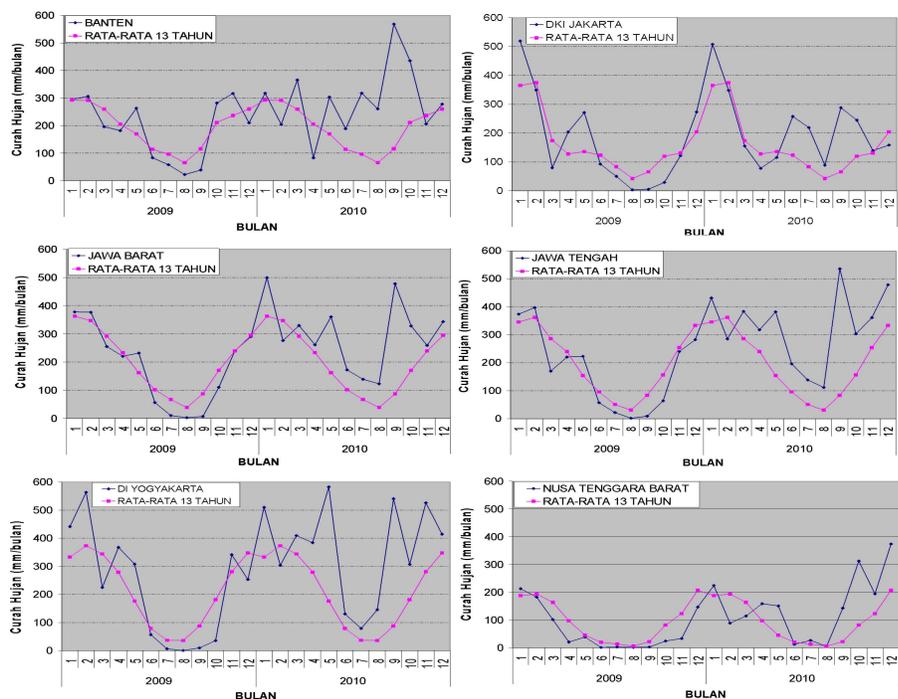
Pola curah hujan bulanan per Provinsi Tahun 2009 dan Tahun 2010.

Pola curah hujan bulanan dari observasi satelit TRMM tahun 2009 dan pola curah hujan bulanan observasi satelit TRMM tahun 2010 dapat dilihat pada Gambar 2, dimana untuk kepentingan analisis disini diambil beberapa contoh kasus curah hujan bulanan yang mempunyai perwakilan pola hujan tipe monsun, yaitu pola hujan yang memiliki perbedaan yang jelas antara periode musim hujan dan periode musim kemarau, diantaranya di P. Jawa, Bali, NTB, dan NTT.

Analisis umum yang dapat diungkap dari Gambar 2 adalah setiap provinsi di P. Jawa, Bali, NTB, dan NTT pada tahun 2009 terlihat bahwa pola curah hujan daerah tersebut mempunyai satu puncak intensitas curah hujan yang terjadi pada bulan-bulan Desember-Januari-Februari (DJF), dimana puncak curah hujannya sebagian besar terjadi di bulan Januari atau Februari 2009 kecuali di Provinsi Banten puncak curah hujan terjadi di bulan September 2009. Pola curah hujan Tahun 2009 ditunjukkan juga adanya satu lembah intensitas curah hujan (curah hujan rendah) disetiap Provinsi yang secara umum terjadi pada bulan-bulan Juni-Juli-Agustus (JJA). Lembah intensitas curah hujan paling rendah di wilayah Provinsi DKI Jakarta, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, dan Jawa Timur terjadi cukup panjang yaitu pada bulan Juni sampai Oktober 2009, sedangkan untuk Provinsi Banten dan Jawa Barat lembah intensitas curah hujan paling rendah terjadi pada bulan Juni hingga September 2009. Sementara di Provinsi Bali lembah intensitas curah hujan rendah hampir terjadi disepanjang tahun 2009 kecuali pada bulan Januari dan Februari. Begitu pula untuk wilayah NTB dan NTT lembah intensitas curah hujan rendah diawali pada bulan April hingga Nopember 2009. Sehingga dapat dikatakan bahwa pada Tahun 2009 musim kemaraunya cukup panjang dibandingkan dengan intensitas curah hujan rata-rata bulanan selama 13 Tahun.

Pola curah hujan pada tahun 2010

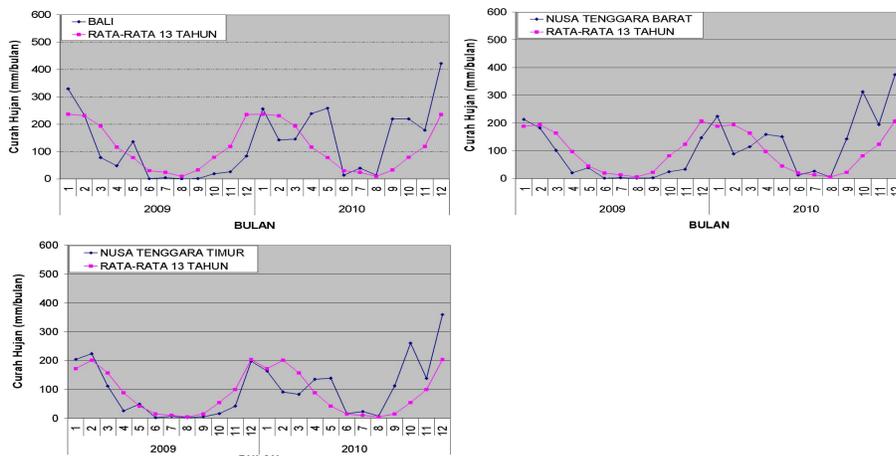
terlihat tidak begitu teratur polanya dan masih membentuk huruf U, dimana puncak intensitas curah hujan di Provinsi Jawa Timur, Bali, NTB, dan NTT bergeser ke bulan Desember 2010 (masih dalam periode DJF) dengan lembah intensitas curah hujan rendah terjadi di bulan Juni hingga Agustus 2010 kecuali di Jawa Timur intensitas curah hujan rendah hanya ditunjukkan pada bulan Agustus 2010. Provinsi Banten puncak curah hujan masih terjadi pada bulan September dengan curah hujan rendah hanya berlangsung singkat terjadi pada bulan April 2010. Begitu juga di Provinsi DKI Jakarta puncak curah hujan juga masih tetap di bulan Januari namun curah hujan rendah terjadi pada bulan April dan Agustus 2010. Sedangkan, di Provinsi DI Yogyakarta puncak curah hujan bergeser ke bulan Mei 2010 dan curah hujan rendah hanya terjadi di bulan Juli 2010. Di Provinsi Jawa Tengah puncak curah hujan bergeser dari Januari 2009 ke bulan September 2010 namun tidak ditunjukkan adanya curah hujan yang rendah sepanjang tahun 2010 sama halnya di Provinsi Jawa Barat juga tidak ditunjukkan adanya curah hujan rendah dengan puncak curah hujan terjadi di bulan Januari 2010. Dengan demikian secara singkat dapat diungkap bahwa pada Tahun 2010 musim kemaraunya sangat pendek, dikarenakan pada musim kemarau tahun 2010 intensitas curah hujannya masih tinggi.



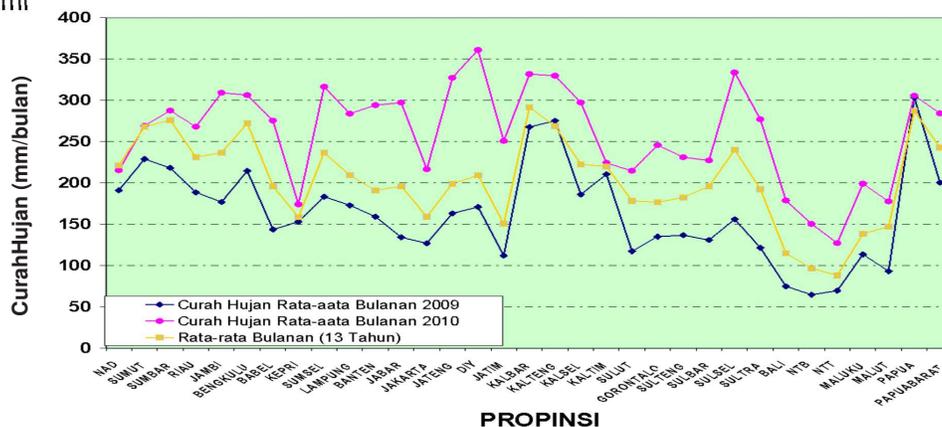
Analisis Curah Hujan Rata-rata Bulanan Tahun 2009 dan Tahun 2010

Analisis curah hujan rata-rata bulanan yang diperoleh dari observasi satelit TRMM tahun 2009 dan 2010 dibandingkan dengan curah hujan rata-rata bulanan selama 13 tahun dimaksudkan untuk mengetahui fenomena apa yang terjadi dan apakah data TRMM mampu merepresentasikan kondisi ekstrim, seperti pada peristiwa El Niño dimana Indonesia mengalami

kekeringan dan La Niña dimana Indonesia mengalami banjir. Grafik pola curah hujan rata-rata bulanan untuk setiap Provinsi selama 13 Tahun (1998 -2010) ditunjukkan bahwa curah hujan rata-rata bulanan tinggi ($\cdot 3d$ 250 mm/bulan) terjadi di Provinsi Sumatera Utara, Sumatera Barat, Bengkulu, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, P. Jawa, P. Sulawesi, dan Papua Barat. Adapun yang memiliki curah hujan rata-rata bulanan sedang (150 mm/bulan – 250 mm/bulan) terjadi di Provinsi NAD, Riau, Jambi, Bangka Belitung, Kepulauan Riau, Sumatera Selatan, Lampung, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, P. Jawa, P. Sulawesi, dan Papua Barat. Adapun yang memiliki curah hujan rata-rata bulanan kurang dari 150 mm/bulan terjadi di Provinsi Bali, NTB, NTT, Maluku, dan Maluku Utara, pada Gambar 3 berikut:



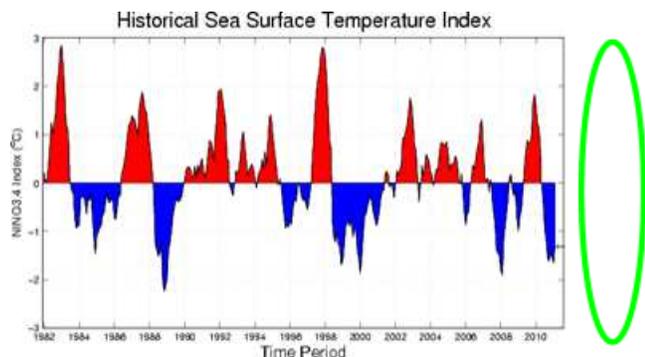
Gambar 2. Pola Curah Hujan Bulanan P. Jawa, Bali, NTB, NTT Tahun 2009 dan Tahun 2010



Gambar 3. Grafik pola curah hujan rata-rata bulanan tahun 2009 dan 2010 dengan rata-rata curah hujan bulanan selama 13 tahun (1998 – 2010).

Pada gambar 3 ditunjukkan bahwa puncak curah hujan rata-rata bulanan tertinggi selama tahun 2009 terjadi di wilayah Provinsi DI Yogyakarta, selanjutnya Sulawesi Selatan, Kalimantan Barat, Sumatera Selatan, dan Papua, dan nilai intensitas curah hujan rata-rata bulanan terendah terjadi di wilayah NTT, NTB. Adapun puncak curah hujan rata-rata bulanan selama tahun 2010 bergeser ke Provinsi Papua, selanjutnya Kalimantan Tengah, sedangkan nilai curah hujan terendah masih terjadi di NTB, NTT. Dari gambar tersebut ditunjukkan bahwa distribusi curah hujan rata-rata bulanan pada tahun 2009 memiliki intensitas curah hujan rata-rata bulanan lebih rendah dari intensitas curah hujan rata-rata bulanan selama 13 tahun, sementara itu distribusi curah hujan rata-rata bulanan pada tahun 2010 mempunyai nilai intensitas yang lebih tinggi dari rata-rata selama 13 tahun, namun mempunyai pola yang relatif sama. Berdasarkan historical sea surface temperature index dari tahun 1982 sampai dengan tahun 2011 pada Nino 3.4 (perhatikan Gambar 4 pada lingkaran warna hijau), pengamatan fenomena alam pada tahun 2009 terjadi adanya fenomena El Nino hal ini yang menyebabkan intensitas curah hujan pada tahun tersebut lebih rendah dari curah hujan rata-rata 13 tahun, sedangkan pada tahun 2010 terjadi adanya fenomena La Nina hal ini yang menyebabkan intensitas curah hujan pada tahun 2010 lebih tinggi dari curah hujan rata-rata 13 tahun.

Di wilayah provinsi Kalimantan Timur, Kepulauan Riau, dan Papua mempunyai intensitas curah hujan yang hampir sama dengan rata-rata 13 tahun, atau dapat dikatakan bahwa di provinsi tersebut sangat kecil terpengaruh adanya fenomena alam yang terjadi baik fenomena El Nino maupun La Nina.



Gambar 4. Historical indeks Suhu Permukaan Laut dari tahun 1982 hingga 2011.

Sumber: <http://iri.columbia.edu/climate/ENSO/currentinfo/QuickLook.html>

Di wilayah provinsi Kepulauan Riau intensitas curah hujannya berkisar antara 150 – 200 mm/bulan, intensitas curah hujan di Provinsi Kalimantan Timur berkisar antara 200 – 225 mm/bulan, sedangkan di Provinsi Papua memiliki nilai curah hujan berkisar antara 275 – 310 mm/bulan. Berdasarkan Historical indeks Suhu Permukaan Laut di atas terlihat bahwa pada tahun 2009 puncak El Nino menengah terjadi antara periode SON dan pada Tahun 2010 terjadi La Nina menengah yang puncaknya antara periode SON. Nilai intensitas curah hujan pada saat kejadian El Nino tahun 2009 sangat rendah hampir di setiap provinsi yang ditunjukkan pada bulan September 2009, sedangkan pada September 2010 terjadi sebaliknya yaitu nilai intensitas curah hujannya jauh lebih tinggi. Begitu juga pada bulan Oktober dan Nopember 2009 nilai intensitasnya lebih rendah dibandingkan dengan nilai intensitas curah hujan pada tahun 2010 bulan yang sama. Jika diperhatikan untuk nilai intensitas rata-rata bulanan selama tahun 2009 sangat rendah hampir di setiap provinsi yang

bulan September 2009, sedangkan pada September 2010 terjadi sebaliknya yaitu nilai intensitas curah hujannya jauh lebih tinggi. Begitu juga pada bulan Oktober dan Nopember 2009 nilai intensitasnya lebih rendah dibandingkan dengan nilai intensitas curah hujan pada tahun 2010 bulan yang sama. Jika diperhatikan untuk nilai intensitas rata-rata bulanan selama tahun 2009 hampir disetiap provinsi lebih rendah terhadap nilai intensitas rata-rata bulanan selama 13 tahun, dan terjadi sebaliknya bahwa nilai intensitas di setiap provinsi pada tahun 2010 lebih tinggi dari rata-rata bulanan selama 13 tahun. Sehingga dapat dikatakan bahwa data observasi satelit TRMM mampu merepresentasikan kondisi curah hujan pada saat kondisi ekstrim, baik pada waktu El Niño maupun La Nina. Pada tahun 2009 terjadi adanya fenomena EL Nino dan pada tahun 2010 terjadi adanya fenomena La Nina, hal inilah yang mempengaruhi distribusi dan nilai intensitas curah hujan di wilayah Indonesia. Nilai intensitas curah hujan bulanan pada saat kejadian El Nino dan La Nina di setiap Provinsi Tahun 2009 dan Tahun 2010 dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Nilai Curah Hujan Rata-rata Bulanan Pada Saat Kejadian El Nino dan La Nina di Setiap Provinsi

PROPINSI	Curah Hujan Rata-rata Bulanan (mm/bulan)								Rata-rata 13 Tahun (1998-2010)
	2009				2010				
	Sep	Okt	Nop	Tahun	Sep	Okt	Nop	Tahun	
NAD	200	352	369	191	287	247	388	215	221
SUMUT	333	475	298	229	381	274	446	269	268
SUMBAR	289	383	423	218	398	242	372	287	276
RIAU	250	291	226	189	344	206	273	268	231
JAMBI	171	204	309	177	388	339	398	309	237
BENGGULU	152	395	317	214	460	286	379	306	272
BABEL	40	241	316	144	344	312	197	275	196
KEPRI	74	133	285	153	215	237	230	174	159
SUMSEL	59	240	319	183	535	371	321	316	237
LAMPUNG	23	148	271	173	332	223	228	284	209
BANTEN	39	282	317	159	568	436	206	294	191
JABAR	7	111	241	134	478	328	259	297	196
JAKARTA	5	29	122	127	288	245	139	217	159
JATENG	9	64	240	163	536	304	361	327	199
DIY	9	36	341	171	541	307	526	361	209
JATIM	3	17	102	112	286	234	257	251	150
KALBAR	111	437	435	268	368	348	370	332	292
KALTENG	37	294	284	275	308	373	377	330	269
KALSEL	13	146	184	186	244	324	386	297	222
KALTIM	117	252	196	211	251	289	224	224	220
SULUT	4	104	345	117	213	238	194	215	178
GORONTALO	9	175	259	135	335	307	198	246	177
SULTENG	30	171	144	137	231	229	131	231	183
SULBAR	43	230	130	131	289	308	253	227	196
SULSEL	33	130	140	156	384	467	339	334	240
SULTRA	33	64	110	122	173	400	221	277	192
BALI	1	19	26	75	219	219	178	179	115
NTB	2	24	33	65	143	313	195	150	97
NTT	5	16	42	70	112	260	138	127	88
MALUKU	30	44	42	114	199	228	162	199	138
MALUT	17	57	99	93	164	167	126	178	147
PAPUA	190	287	286	304	275	301	286	306	287
PAPUABARAT	174	172	154	200	345	270	238	284	243