

ANALISIS PENGARUH *EL NINO SOUTHERN OSCILLATION* (ENSO) TERHADAP CURAH HUJAN DI KOTO TABANG SUMATERA BARAT

Triana Vitri, Marzuki

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang

Kampus Unand Limau Manis, Pauh Padang 25163

e-mail: trianavitri@yahoo.co.id

ABSTRAK

Curah hujan merupakan parameter yang tingkat variabilitasnya tinggi terhadap lokasi maupun waktu yang disebabkan oleh faktor lokal maupun global. Di dalam tugas akhir ini diteliti pengaruh *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) terhadap curah hujan di Koto Tabang, Sumatera Barat tahun 2002-2012 yang terekam oleh *Optical Rain Gauge* (ORG). Pengaruh ENSO terlihat jelas dari hujan bulanan yang menyebabkan dua puncak hujan yaitu pada Oktober-November dan Maret-Mei. Lebih dari 70% total curah hujan yang terjadi di Koto Tabang berasal dari hujan jam 12-24 dengan puncak pada jam 16-17 WIB. Secara keseluruhan nilai intensitas curah hujan dari hasil pengamatan untuk persentase <0,01% lebih kecil dari rekomendasi ITU-R. Kesesuaian antara hasil pengamatan dan rekomendasi ITU-R hanya terlihat pada fasa La Nina kuat. Untuk fasa El Nino, perbedaan intensitas curah hujan hasil pengamatan dengan rekomendasi ITU-R menjadi lebih besar untuk persentase <1%.

Kata kunci : *El Nino Southern Oscillation* (ENSO), *Optical Rain Gauge* (ORG), ITU-R

ABSTRACT

Rainfall has strong variability both spatial and temporal which is due to local and global factors. This thesis is devoted to investigate the impact of El Nino Southern Oscillation (ENSO) on the rainfall at Koto Tabang, West Sumatera using data 2002-2012 recorded by an Optical Rain Gauge (ORG). The effect of ENSO on Koto Tabang rainfall can be observed clearly from monthly data in which ENSO generates two peaks of rainfall, i.e., October-November and March-May. Approximately 70% of the rainfall amount comes from 12-24 local time with a peak around 16-17. In general, the cumulative distribution of measured rain rates at small time percentages (<0,01%) is smaller than that obtained from the ITU-R model. A fairly good agreement between measurement and ITU-R model was observed during strong La Nina phase. Significant differences between the recorded data and the ITU-R model are seen during El Nino phase.

Keywords : El Nino Southern Oscillation (ENSO), Optical Rain Gauge (ORG), ITU-R

I. PENDAHULUAN

Curah hujan merupakan parameter yang tingkat variabilitasnya tinggi baik terhadap lokasi maupun waktu yang mencakup variasi harian, bulanan, musiman, dan tahunan (Kumar, dkk., 2006). Variasi-variasi curah hujan tersebut akan mempengaruhi bidang-bidang yang berhubungan dengan pemanfaatan data curah hujan. Variasi curah hujan ditimbulkan oleh banyak faktor, baik lokal maupun global. Untuk kawasan tropis, termasuk Indonesia, fenomena *monsoon/Inter Tropical Convergence Zone* (ITCZ), *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) dan *Madden-Julian Oscillation* (MJO), *tropical cyclone/extra tropics forcing*, *Indian Ocean Dipole Mode* (IODM) adalah fenomena global yang mempengaruhi pola curah hujan di kawasan ini (Satiadi, 2010). Fenomena *El Nino Southern Oscillation di Indonesia* telah diamati oleh Hendon (2003) yang menyimpulkan bahwa selama fasa El Nino Indonesia mengalami musim kering dan musim basah pada fasa La Nina, yang mengakibatkan anomali puncak hujan yang pada kondisi normal musim basah terjadi pada bulan Januari dan musim kering pada bulan Agustus. Besarnya anomali curah hujan di Indonesia sebesar 60% dan anomali curah hujan pada fasa La Nina mencapai 100% sepanjang bulan September (Aldrian, 2002). Fasa El Nino kuat mengakibatkan lamanya musim kering yang terjadi dan kondisi kekeringan yang ekstrim dengan anomali curah hujan berkisar -300mm/hari selama bulan Juni-Agustus 1997 (Yulihastin, dkk, 2009). Fasa La Nina mengakibatkan intensitas curah hujan Sumatera Barat meningkat (>100%) (Rahman, 2008). Menurut Mori (2002) karakteristik hujan lebat di kawasan tropis, seperti Koto Tabang memiliki karakteristik khusus yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti ENSO, dan faktor-faktor global yang mempengaruhi iklim. Selain faktor global, kondisi lokal

yang erat hubungannya dengan topografi dan suhu permukaan laut, juga dapat mempengaruhi pola curah hujan suatu daerah (Berliana, 1995). Faktor lokal ini sangat erat hubungannya dengan variasi diurnal atau curah hujan harian.

Di dalam bidang telekomunikasi, prediksi curah hujan di suatu daerah biasanya mengacu kepada rekomendasi yang dikembangkan oleh *International Telecommunication Union-Radiocommunication Sector* (ITU-R). Rekomendasi dari ITU-R dikembangkan berdasarkan analisa statistik data curah hujan di seluruh dunia. Rendahnya tingkat ketersediaan data di kawasan tropis terutama di Indonesia, menyebabkan akurasi rekomendasi ini untuk kawasan tropis akan lebih rendah dibandingkan dengan kawasan lintang menengah. Selain itu, banyaknya variasi curah hujan yang terjadi di kawasan tropis, memungkinkan juga akan menurunkan akurasi rekomendasi ITU-R. Oleh karena itu, di dalam penelitian ini akan diteliti pengaruh variasi diurnal curah hujan dan ENSO terhadap akurasi rekomendasi ITU-R, dengan mengambil studi kasus curah hujan di Koto Tabang, Sumatera Barat (0.20°LS, 100.32°BT).

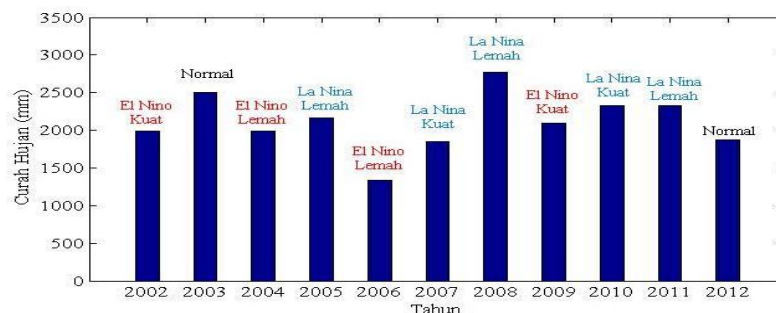
Pengujian rekomendasi ITU-R untuk Koto Tabang telah dilakukan oleh Marzuki dkk. (2009). Mereka menemukan bahwa ada perbedaan yang cukup signifikan antara rekomendasi ITU-R dan hasil pengamatan terlihat untuk persentase waktu intensitas curah hujan yang kecil (*small time percentage*) pada grafik distribusi kumulatif intensitas curah hujan (*cumulative distribution of rainfall rate*). Akan tetapi, penelitian sebelumnya hanya menganalisa data pengamatan selama dua tahun (2005-2006). Di dalam penelitian ini, akan digunakan data pengamatan selama sebelas tahun (2002-2012). Selain jumlah data yang relatif kecil, Marzuki dkk. (2009) tidak membahas tentang pengaruh ENSO terhadap distribusi kumulatif intensitas curah hujan di Koto Tabang.

II. METODE

2.1 Data Curah Hujan

Pengamatan curah hujan dilakukan di daerah Koto Tabang yang berjarak 60 km dari pesisir pantai dan ketinggian 835 m di atas permukaan laut. Curah hujan diamati oleh *Optical Rain Gauge* (ORG) dari tahun 2002 hingga tahun 2012 dengan resolusi 1 menit. ORG merupakan sensor hujan yang dirancang untuk menghitung intensitas curah hujan. Alat ini menggunakan cahaya infra merah atau menggunakan *Lasser Emitting Diode* (LED). Ketika hujan turun cahaya yang mengenai butiran hujan akan menghasilkan variasi intensitas cahaya. Variasi dari intensitas cahaya nantinya akan ditangkap oleh foto detektor. Variasi dari intensitas cahaya bergantung pada ukuran butiran hujan, kecepatan jatuh, dan geometri optiknya (Nystuen, 1999).

2.2 Indeks ENSO



Gambar 1 Klasifikasi El Nino, La Nina, Normal dari tahun 2002 hingga 2012.

Fenomena ENSO selama 2002 hingga 2012 diamati dengan menggunakan indeks *Oceanic Nino Index* (ONI). Indeks ini didapatkan dari situs *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Data curah hujan dibagi menjadi beberapa kelompok ENSO, yaitu El Nino lemah (indeks dengan nilai besar dari +0,5 tapi kecil dari +1), El Nino kuat (indeks di atas +1), La Nina lemah (indeks kecil dari -0,5 tapi besar dari -1), dan La Nina Kuat (indeks kecil dari -1). Selain kelompok di atas dianggap sebagai fasa normal. Untuk tahun 2002-2012, tahun penelitian dalam hubungannya dengan ENSO dapat dilihat pada Gambar 1.

2.3 Pengolahan Data

Data ORG dibaca dengan MATLAB dan dikelompokkan ke dalam fasa-fasa ENSO baik pengelompokan per tahun, bulan dan jam. Variasi harian dan tahunan dalam hubungannya dengan ENSO akan dianalisa. Terakhir, grafik distribusi kumulatif dari intensitas curah hujan dibandingkan dengan yang didapatkan oleh rekomendasi ITU-R P.837-6.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Variasi Tahunan

Sebelum membahas variasi curah hujan di Koto Tabang, dibahas terlebih dahulu variasi ketersediaan data penelitian. ORG menghitung curah hujan dengan resolusi 1 menit, sehingga selama 1 tahun pengamatan ORG akan mencatat data hujan sebanyak 525600 menit. Karena kerusakan alat dan pemadaman listrik, data pengamatan curah hujan oleh ORG bervariasi dari tahun ke tahun. Persentase ketersediaan data dari 2002 hingga 2012 berkisar antara 70% hingga 90% dengan persentase terkecil pada tahun 2007 (~70%).

Gambar 1 memperlihatkan total curah hujan tahunan yang terekam oleh ORG dari tahun 2002 hingga tahun 2012. Pada tahun 2006, total curah hujan adalah 1332,5 mm, yang merupakan nilai terkecil dari 11 tahun pengamatan. Jika diperhatikan jumlah data yang tersedia untuk tahun 2006 terlihat bahwa rendahnya total curah hujan untuk tahun tersebut bersamaan dengan kecilnya ketersediaan data. Total curah hujan tertinggi selama 11 tahun pengamatan adalah 2770,2 mm. Besarnya jumlah curah hujan yang terjadi pada tahun 2008 juga dipengaruhi oleh tingginya ketersediaan data pada tahun tersebut (>90%). Koefisien regresi (r^2) antara ketersediaan data dan total curah hujan di dalam penelitian ini adalah 0,58 yang mengindikasikan cukup kuatnya hubungan antara ketersediaan data dengan total curah hujan. Hal ini harus menjadi perhatian di dalam menganalisis pengaruh ENSO terhadap hujan di Koto Tabang karena tingginya variasi ketersediaan data dari tahun ke tahun.

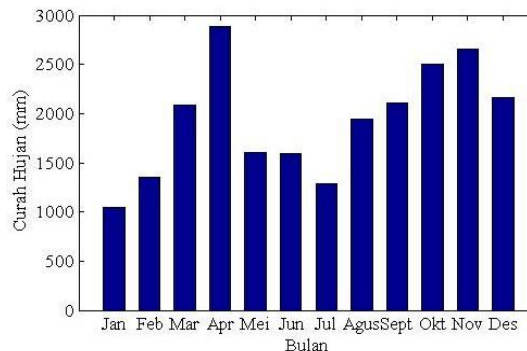
Pengaruh ENSO terhadap curah hujan di Koto Tabang dapat berupa peningkatan atau penurunan curah hujan dari kondisi normalnya (Gambar 1). Pada tahun-tahun El Nino total curah hujan yang terjadi mengalami penurunan, seperti pada tahun 2002 dan 2009 yang termasuk dalam fasa El Nino kuat. Untuk fasa El Nino lemah terlihat penurunan total curah hujan pada tahun 2006, yang dipengaruhi oleh rendahnya ketersediaan data. Total curah hujan pada fasa El Nino kuat tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan fasa El Nino lemah, seperti yang terjadi pada tahun 2002 yang merupakan fasa El Nino kuat dan El Nino lemah pada tahun 2004. Mulyana (2002) mengatakan bahwa Sumatera Barat tidak menerima dampak yang signifikan dari fenomena El Nino akibat kondisi geografis Sumatera Barat yang jauh berada di bagian barat Samudera Pasifik, sedangkan daerah dengan temperatur tinggi berada jauh di bagian timur Samudera Pasifik. Faktor lainnya berupa pengaruh konvektif lokal dan efek orografik yang disebabkan oleh topografi Pulau Sumatera (Kozu, dkk., 2006) dimana deretan pegunungan sepanjang Pulau Sumatera dengan rata-rata ketinggian 2 km memiliki peranan penting dalam siklus konveksi lokal di Sumatera. Klasifikasi tahunan ENSO juga bisa menjadi faktor yang mempengaruhi karena klasifikasi didasarkan pada fasa dominan yang terjadi selama 1 tahun.

3.2 Variasi Bulanan

Ketersediaan data perbulan dari tahun 2002 hingga tahun 2012. Persentase dihitung dari perbandingan data perbulan yang tersedia dengan data perbulan yang seharusnya ada untuk 11 bulan (11 tahun) pengamatan. Persentase ketersediaan data bulanan berkisar antara 60% hingga 90%. Ketersediaan data yang rendah terjadi pada bulan Januari, Februari, dan Desember. Rendahnya ketersediaan data pada bulan Januari dan Februari, karena ORG tidak beroperasi pada bulan tersebut untuk tahun 2002 dan 2007, serta pada bulan Desember untuk tahun 2006 dan 2012. Besarnya persentase ketersediaan data bulanan akan memungkinkan kita untuk mengamati pengaruh ENSO lebih baik.

Total curah hujan bulanan yang terjadi di Koto Tabang dapat dilihat pada Gambar 2 Secara keseluruhan total curah hujan setiap bulan berkisar antara 1000mm hingga 3000mm. Dari Gambar 2 juga terlihat hujan yang terjadi di Koto Tabang memiliki 2 puncak, yaitu Maret

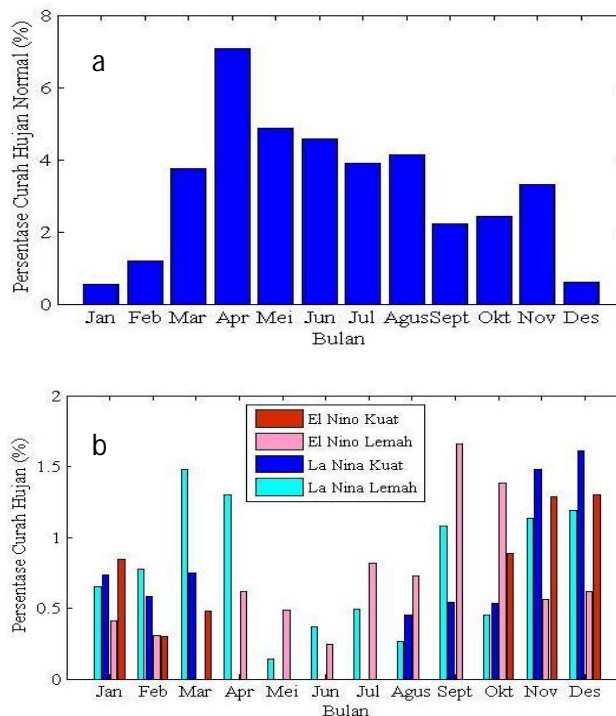
hingga Mei dan Oktober hingga November. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Aldrian (2002), yang menyimpulkan bahwa puncak curah hujan bulanan untuk daerah dengan kategori wilayah B adalah pada Oktober-November dan Maret-Mei.



Gambar 2 Kurva curah hujan bulanan

Bulan pengamatan dikelompokkan ke dalam fasa ENSO berdasarkan indeks ONI pada lampiran A, dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 3. Dari total 126 bulan data, 57 bulan merupakan bulan normal (tidak termasuk salah satu fasa ENSO), 21 bulan El Nino lemah, 10 bulan El Nino kuat, 23 bulan La Nina lemah dan 15 bulan La Nina kuat. Hujan normal teramati setiap bulan dengan frekuensi kemunculan terbesar pada bulan April. Kecendrungan fasa El Nino kuat terjadi pada bulan Oktober hingga Maret. Fasa El Nino lemah memiliki kecendrungan setiap bulannya, dengan puncak pada bulan September-Oktober.

Fenomena La Nina juga memiliki pengaruh terhadap curah hujan bulanan di Koto Tabang. La Nina lemah teramati di semua bulan, dengan puncak pada bulan Maret-April dan November-Desember. La Nina kuat paling banyak terjadi pada bulan November-Desember.



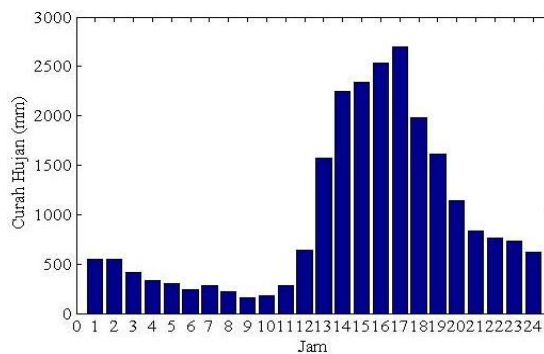
Gambar 3 a. Kurva persentase curah hujan perbulan dalam kondisi normal, b. Kurva persentase curah hujan dalam fasa ENSO

Untuk kondisi normal, Koto Tabang hanya mempunyai satu puncak curah hujan yaitu pada bulan April. Dengan terjadinya fenomena ENSO terutama La Nina, Koto Tabang menambah satu puncak curah hujan lagi yaitu pada bulan November dan Desember .

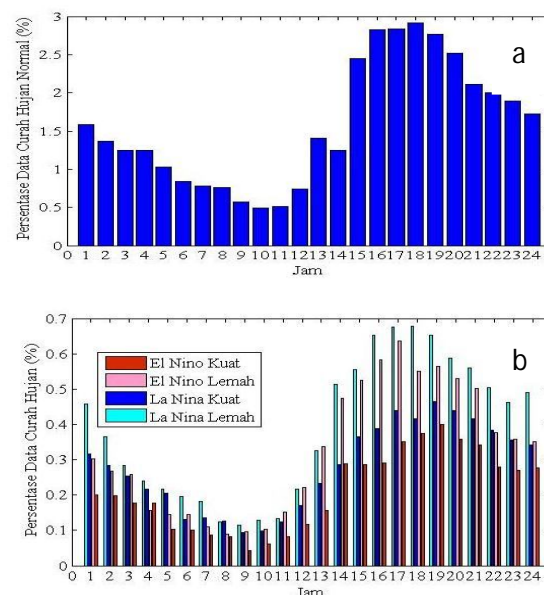
3.3 Variasi Diurnal

Untuk mengamati variasi diurnal, data ORG dikelompokkan ke dalam 1 jam pengamatan. Dengan resolusi 1 menit, total data per jam untuk 11 tahun pengamatan adalah 241080 data. Secara umum persentase data cukup tinggi dengan nilai minimum 81% yang terjadi pada jam 8 waktu setempat. Tingkat ketersediaan data serta kecilnya fluktuasi jumlah data per jam menyebabkan analisa variasi diurnal akan lebih baik sebagaimana variasi bulanan.

Total curah hujan yang terjadi di Koto Tabang dapat dilihat pada Gambar 4. Lebih dari 70% dari total curah hujan yang terjadi di Koto Tabang berasal dari hujan sore hari (12-24). Puncak curah hujan di Koto Tabang terjadi pada jam 16-17. Pola variasi diurnal di dalam penelitian ini sesuai dengan hasil Mori, dkk. (2004) yang menyimpulkan pola hujan di Sumatera dikarenakan oleh migrasi hujan dari pesisir pantai Sumatera hingga ke daratan. Mereka memperlihatkan adanya kesesuaian antara pergerakan puncak hujan di pesisir pantai dan daratan dengan pola variasi diurnal angin, kelembaban dan ketidakstabilan atmosfer.



Gambar 4 Kurva curah hujan setiap jam

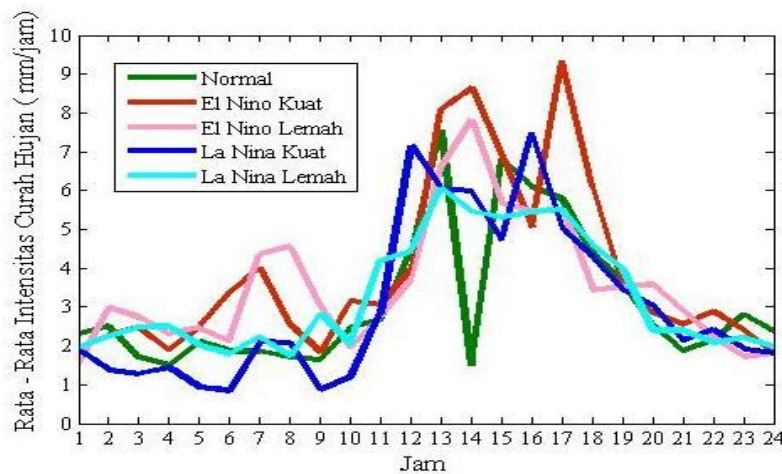


Gambar 5 a. Kurva persentase data curah hujan per jam kondisi normal,
 b. Kurva persentase data curah hujan per jam dalam fasa ENSO

Variasi diurnal curah hujan Koto Tabang dalam hubungannya dengan ENSO diberikan oleh Gambar 5 Secara umum pola variasi diurnal antara kondisi normal (Gambar 5.a) dan fasa-

fasa ENSO (Gambar 5.b) adalah sama dimana curah hujan paling banyak terjadi pada jam 12 hingga 24, dengan puncak hujan pada jam 17. Sedikit pergeseran puncak hujan teramati pada fasa El Nino kuat dimana puncak hujan terjadi pada jam 19. Pola yang sama terlihat dari persentase kontribusi total hujan per jam terhadap total curah hujan yang terjadi di Koto Tabang.

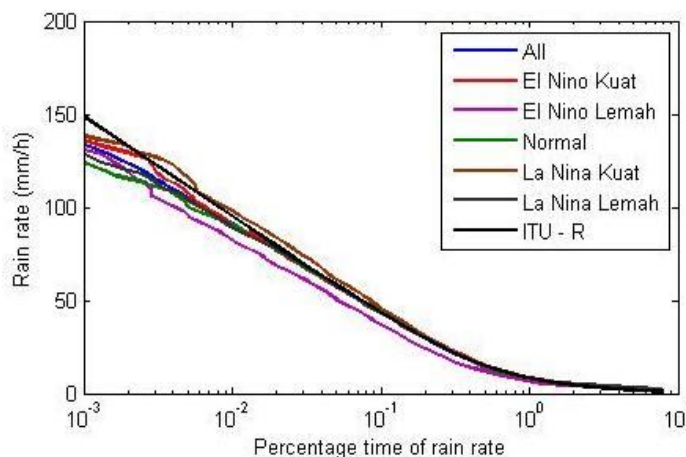
Gambar 6 memperlihatkan rata-rata intensitas curah hujan yang terjadi per jam untuk kondisi normal dan fasa-fasa ENSO. Secara umum terlihat bahwa intensitas curah hujan pada siang dan sore hari (jam 12-19) lebih tinggi dari hujan malam dan pagi hari. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya (misalnya Mori, dkk. 2004) dimana hujan-hujan di daratan Sumatera pada siang dan sore hari merupakan hujan konvektif (intensitas > 10mm/jam), dan hujan stratiform (intensitas < 10mm/jam dan berlangsung lama) dominan pada malam dan pagi hari. Dari Gambar 4.11 juga terlihat bahwa pada fasa El Nino kuat rata-rata intensitas curah hujan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi normal dan fasa ENSO lainnya.



Gambar 6 Rata-rata intensitas curah hujan untuk setiap jam pengamatan

3.4 Distribusi Kumulatif Intensitas Curah Hujan dan ITU-R. P. 837-6

Gambar 7 memperlihatkan distribusi curah hujan dalam hubungannya dengan fasa-fasa ENSO. Secara keseluruhan, hasil penelitian memperlihatkan bahwa untuk persentase curah hujan yang besar (intensitas curah hujan kecil) perbedaan antara hasil pengamatan dan model cukup kecil. Kondisi sebaliknya terjadi pada persentase curah hujan yang kecil (intensitas curah hujan yang besar). Hasil ini konsisten dengan penelitian sebelumnya (Marzuki, dkk., 2009). Perbandingan antara intensitas curah hujan untuk keseluruhan fasa ENSO dengan ITU-R.P.837-6 terlihat pada Tabel 1.

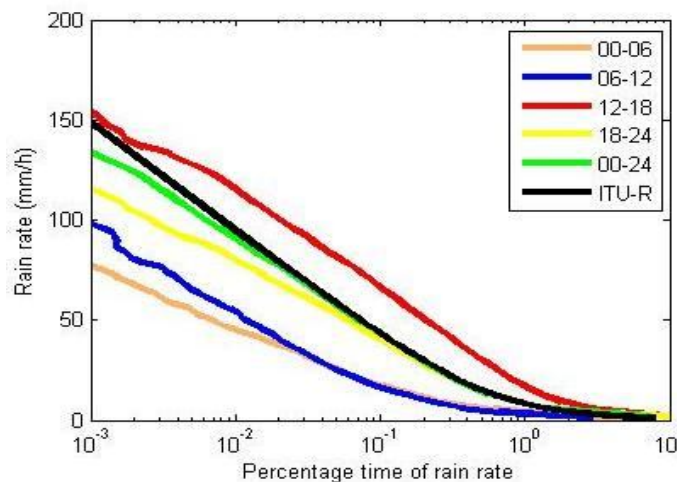


Gambar 7 Kurva distribusi kumulatif fasa-fasa ENSO

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya bahwa variasi diurnal sangat kuat di Koto Tabang dimana hujan sebagian besar terjadi pada sore hari. ENSO tidak secara signifikan mempengaruhi pola variasi diurnal. Oleh karena itu, untuk menguji pengaruh variasi diurnal terhadap ITU-R, dilakukan tanpa mengelompokkan data ke dalam fasa-fasa ENSO. Gambar 8 memperlihatkan bahwa untuk hujan yang terjadi dari jam 00 hingga jam 12, ITU-R memberikan intensitas curah hujan yang jauh lebih besar dari hasil pengamatan. Hal ini teramati untuk semua persentase waktu. Untuk hujan yang terjadi pada jam 18 hingga jam 24, perbedaan dengan ITU-R yang signifikan teramati pada persentase waktu kecil dari 0,1%. Untuk hujan yang terjadi dari jam 12 hingga jam 18, ITU-R menghasilkan intensitas curah hujan yang jauh lebih kecil dari hasil pengamatan. Kondisi ini terjadi pada semua persentase waktu.

Tabel 1 Perbandingan intensitas curah hujan dengan rekomendasi ITU

Persentase waktu	1	0,1	0,01	0,001
Keseluruhan Data	8,2493	43,1047	90,8022	133,6975
El-Nino Kuat	8,0598	43,7013	90,5945	135,8222
El-Nino Lemah	6,991	37,1296	82,3316	131,0232
Normal	7,7793	44,0952	90,9903	123,5268
La-Nina Kuat	8,2262	45,9713	97,5166	138,2843
La-Nina Lemah	8,5939	42,9018	89,2022	128,5411
ITU - R.P.837-6	8,1883	43,3872	98,3024	148,7579



Gambar 8 Distribusi kumulatif intensitas curah hujan dalam hubungannya dengan variasi diurnal untuk 11 tahun pengamatan (tanpa pengelompokan fasa ENSO).

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa untuk variasi tahunan curah hujan di Koto Tabang, pengaruh ENSO sulit untuk diamati, karena fluktuasi ketersediaan data yang tinggi dari tahun ke tahun. Pengaruh ENSO terlihat dengan jelas dari hujan bulanan dimana ENSO menyebabkan curah hujan di Koto Tabang memiliki dua puncak yaitu pada Oktober-November dan Maret-Mei. Selain itu juga teramati bahwa rata-rata intensitas curah hujan pada fasa El Nino kuat lebih tinggi dari fasa yang ENSO yang lain. Lebih dari 70% dari total curah hujan yang terjadi di Koto Tabang berasal dari hujan siang, sore dan malam hari (12-24) dengan puncak curah hujan pada jam 16-17. Perubahan pola variasi diurnal (misalnya puncak hujan) di setiap fasa ENSO tidak terlihat dengan signifikan.

Secara keseluruhan nilai intensitas curah hujan dari hasil pengamatan untuk persentase <0,01% lebih kecil dari model ITU-R. Fasa ENSO menggeser perbedaan ini menjadi lebih besar atau lebih kecil. Untuk fasa La Nina kuat, perbedaan antara model ITU-R dan hasil pengamatan cukup kecil, dimana perbedaan hanya terlihat untuk persentase <0,001%. Untuk fasa El Nino, perbedaan menjadi lebih besar dan terlihat untuk persentase <1%. Perbandingan antara model ITU-R dan hasil pengamatan dalam hubungannya dengan waktu terjadinya hujan memperlihatkan bahwa untuk hujan yang terjadi dari jam 00 hingga jam 12, ITU-R memberikan intensitas curah hujan yang jauh lebih besar dari hasil pengamatan. Hal ini teramati untuk semua persentase waktu. Untuk hujan yang terjadi pada jam 18 hingga jam 24, perbedaan dengan ITU-R yang signifikan teramati pada persentase waktu <0,1%. Untuk hujan yang terjadi dari jam 12 hingga jam 18, ITU-R memberikan intensitas curah hujan yang jauh lebih kecil dari hasil pengamatan. Kondisi ini terjadi pada semua persentase waktu. Perbandingan model ITU-R dan hasil pengamatan untuk variasi diurnal tidak dilakukan karena kecilnya persentase data per jam per fasa ENSO. Selisih nilai rekomendasi ITU dengan kondisi sebenarnya akan mempengaruhi besar pelemahan yang diterima oleh gelombang elektromagnetik dalam penularannya didalam hujan, sehingga menjadi acuan dalam penetapan besar frekuensi gelombang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E., 2002, Spatial Patterns Of Enso Impact On Indonesian Rainfall, *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 3, 5-15.
- Berliana, S., 1995, The Spectrum Analysis of Meteorological Elements in Indonesia, Thesis, Universitas Nagoya, Jepang.
- Hendon, H. H., 2003, Indonesian Rainfall Variability : Impacts Of ENSO and Local Air-Sea Interaction, *Journal Of Climate*, 16, 1775-1790.
- Kumar, V. V., Ravinesh C. D. dan Ramachandran, V., 2006, Total Rain Accumulation And Rain-Rate Analysis For Small Tropical Pasific Island : A Case Study Of Suva, Fiji, *Journal of Atmospheric Science Letter*, 7, 53-58.
- Kozu, T., Reddy, K.K., Mori, S., Thurai, M., Ong, J.T., Rao, D.N., dan Shimomai, T., 2006, Seasonal and Diurnal Variation Of Raindrop Size Distribution in Asian Monsoon Region, *Journal Of The Meteorology Society Of Japan*, 84A, 195-209.
- Marzuki, M., Kozu, T., Shimomai, T., Randeu, W. L., Hashiguchi, H. dan Shibagaki, Y., 2009, Diurnal Variation of Rain Attenuation Obtained From Measurement of Raindrop Size Distribution in Equatorial Indonesia, *Journal of IEEE Transaction on Anntenas and Propagation*, 57.
- Mori, S., 2002, Observational Research of Large-Scale Hydrologycal Cycle and Processes Centered on the Indonesian Maritime Continent, *Frontier Newsletter, Frontier Research System of Global Change*, 19, 10.
- Mori S., Hamada J. I., Tauhid Y.I., Yamanaka M.D., Okamoto N., Murata F., Sakurai N., Hashiguchi H., Sribimiwati T., 2004, Diurnal Land-Sea Rainfall Peak Migration over Sumatera Island, Indonesia Maritime Continent, Observed by TRMM Satellite and Intensive Rawinsonde Soundings, *Monthly Weather Review*, 132, 2031-2039.
- Mulyana, E., 2002, Hubungan Antara ENSO Dengan Variasi Curah Hujan Di Indonesia, *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 3, 1-4.
- Nystuen, J. A., 1999, Relative Performance of Automatic Rain Gauges under Different Rainfall Conditions, vol 16, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, hal 1025-1043.
- Rahman, A. A., 2008, Pola Spasial Pengaruh Kejadian La Nina Terhadap Curah Hujan Di Indonesia Tahun 1998/1999; Observasi Menggunakan Data Trmm Multisatellite Precipitation Analysis (Tmpa) 3b43, *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XVII*, Bandung.
- Satiadi, D., 2010, Characteristics of Rainfall in the Continent-Maritime Region : Study of the Origin of Intense Rainfall and Drought, *Global Earth Observation of System (GEOSS) Asia- Pasific Symposium*, Bali.
- Yulihastin, E., Febrianti, N., Trismidianto, 2009, Impacts of El Nino and IOD on the Indonesian Climate, Lapan, Indonesia.