

PERBANDINGAN ANALISIS DINAMIKA ATMOSFER PADA FENOMENA BANJIR TAHUN 2002 DAN 2007 DKI JAKARTA SEBAGAI ALTERNATIF MITIGASI BENCANA ALAM

Rahmat Gernowo¹, Bayong Tj. H.K.², The H.L.³, Tri W.H.⁴, Ruminta⁵

¹ Fakultas MIPA Jurusan Fisika Universitas Diponegoro Semarang

^{2,4} Kelompok Keahlian Sains Atmosfer, Instiut Teknologi Bandung

³ Fakultas MIPA Jurusan Fisika, Institut Teknologi Bandung

⁵ Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran Bandung

e-mail: gernowo1@yahoo.com

ABSTRAK

Dinamika awan hujan khususnya daerah Jakarta, merupakan hal penting dalam pencarian salah satu solusi langkah penanggulangan banjir khususnya daerah Jakarta. Kajian terhadap pola konveksi di atas daerah DKI Jakarta berdasarkan data pengamatan yang ada, terutama citra satelit resolusi tinggi hal mana akan memberikan pemahaman mengenai pola pertumbuhan awan konveksi yang menghasilkan hujan lebat dan mendatangkan banjir di wilayah DKI-Jakarta. Dalam penelitian ini, dilakukan kajian hujan ekstrim di DKI Jakarta. Fenomena tersebut dianalisis berdasarkan efek dinamika atmosfer baik dari skala global, regional dan lokal. Diperoleh hasil bahwa dinamika awan di DKI Jakarta saat terjadi hujan ekstrim tahun 2002 dan 2007 didominasi oleh faktor sirkulasi atmosfer lokal dengan pola yang sama. Pola berulang dari dinamika atmosfer tersebut dapat digunakan sebagai alternatif proses pembelajaran dan mitigasi bencana alam kedepan sedemikian sehingga akan meminimalisasi kerugian.

Kata kunci : Dinamika awan, fenomena banjir dan mitigasi bencana

COMPARISON OF ATMOSPHERE DYNAMICS ANALYSIS AT FLOODS PHENOMENON ON THE YEAR 2002 AND 2007 IN DKI JAKARTA AS ALTERNATIVELY OF NATURAL DISASTER MITIGATION

ABSTRACT

The dynamics of cloud rain especially in area of Jakarta is an important matter in seeking solution to prevent floods especially in Jakarta. The research of convection pattern above area of DKI Jakarta based on the existing perception data, especially high resolution satellite image which is expected to give the understanding of pattern growth of convection cloud that yield torrential rains and deliver floods in DKI-Jakarta. In this research the rain extreme study in DKI Jakarta was conducted. The phenomenon is analyzed based on atmosphere dynamics effect either from

global, regional and local scale. The research result indicated that the cloud dynamics in DKI Jakarta when extreme rain occurred in 2002 and 2007 predominated by local circulation atmosphere factor with the same pattern. The repeating pattern from this atmosphere dynamics, serve the purpose of alternative to study process and mitigations of natural disaster to the future in such a way that will be minimized the loss.

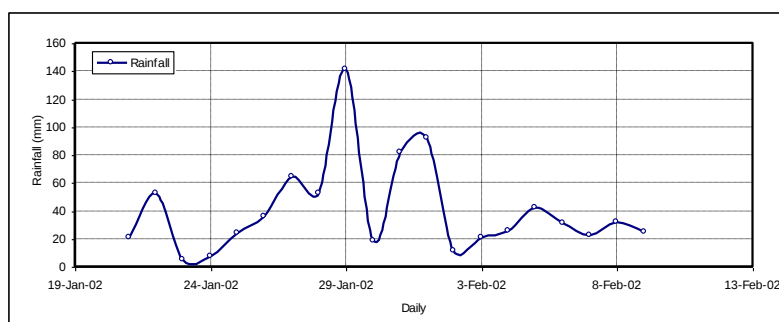
Key words: Cloud dynamics, floods phenomena and disaster mitigation

PENDAHULUAN

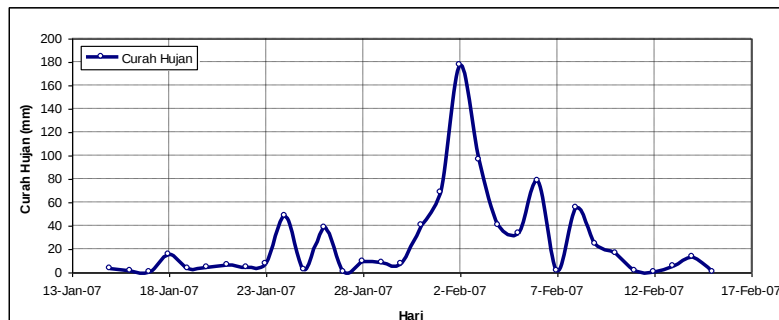
Bencana alam banjir yang melanda hampir 70% seluruh wilayah di DKI Jakarta berlangsung dari tanggal 29 Januari 2002 hingga 10 Februari 2002 dengan tinggi genangan berkisar antara 10-250 cm (Denny, 2005). Hal ini berulang pada awal tahun 2007, di mana fenomena alam tersebut disebabkan oleh hujan lebat yang berlangsung berjam-jam untuk daerah yang cukup luas. Kondisi ini ditambah dengan banjir kiriman yang dibawa oleh sungai yang melewati DKI terutama Sungai Ciliwung, Pasanggrahan, dan Sunter (The dkk., 2007). Dari inventarisasi bencana alam banjir di wilayah Jakarta dan sekitarnya menunjukkan, bahwa banjir berskala besar terjadi jika hujan turun terus menerus selama satu hari atau lebih.

Perbandingan analisis dinamika atmosfer terbentuknya awan konvektif sebagai penyebab banjir di DKI Jakarta, sangat penting untuk diteliti hal ini dikarenakan pola tersebut terjadi pada saat kejadian banjir besar berlangsung. Dalam penelitian ini dikaji efek skala global, regional dan lokal penyebab terjadinya curah hujan ekstrim tersebut berdasarkan pola dinamika atmosfer pada saat kejadian. Sebagaimana dalam Gambar 1a dan 1b. grafik kejadian curah hujan pada saat banjir tahun 2002 dan tahun 2007. Curah hujan rata-rata harian di DKI-Jakarta tertinggi pada saat banjir tahun 2002 mencapai 143 mm untuk tanggal 29 Januari 2002, adapun untuk tahun 2007 curah hujan rata-rata tertinggi mencapai 180 mm untuk tanggal 1 Februari 2007.

a.



b.



Gambar 1. a) Grafik Curah Hujan Jakarta November 2001- Maret 2002
b) Grafik Curah Hujan Jakarta Januari-Februari 2007

Kondisi curah hujan maksimum diistilahkan 'hujan ekstrim', hal ini dikarenakan merupakan anomali perubahan atmosfer dari curah hujan pada periode tersebut.

DKI-Jakarta merupakan daerah tropis, di mana siklus curah hujan akan melibatkan peningkatan panas laten penguapan dan energi skala besar sedemikian, sehingga wilayah ekuatorial menjadi pembangkit sirkulasi umum di atmosfer (Mori *et al.*, 2004). Untuk mengetahui pola sirkulasi atmosfer penyebab curah hujan yang besar dan lama, diperlukan kajian sebagaimana di atas. Kejadian anomali curah hujan dapat disebabkan oleh perubahan atmosfer baik karena faktor perubahan global, regional (sinoptik) maupun faktor lokal.

Latar belakang pemilihan daerah penelitian adalah karena Jakarta sebagai Ibu Kota Negara Indonesia dan merupakan tempat urbanisasi strategis, sehingga populasinya sangat padat. Kejadian hujan ekstrim akan mengakibatkan banjir yang berdampak sangat besar terhadap lingkungan serta variasi iklim akan berubah terhadap waktu berkaitan dengan perubahan populasi dan topografinya (Hadi *et al.*, 2002).

Dari analisis mekanisme dinamika atmosfer terjadinya hujan ekstrim saat kejadian banjir DKI Jakarta baik dari skala global, regional dan lokal dapat diperoleh pola anomali perubahan atmosfer. Hal tersebut digunakan sebagai alternatif pembelajaran mitigasi bencana alam untuk mengantisipasi kejadian berulang ditahun-tahun mendatang.

BAHAN DAN METODE

Dalam penelitian ini dilakukan kajian terhadap pola konveksi di atas daerah DKI Jakarta berdasarkan data pengamatan yang ada, terutama citra satelit resolusi tinggi hal mana diharapkan akan memberikan pemahaman mengenai pola pertumbuhan awan konveksi yang menghasilkan hujan lebat dan mendatangkan

banjir di wilayah DKI-Jakarta. Analisis perubahan atmosfer dari faktor lokal yaitu tipe-tipe awan berdasarkan data visible satelit yang diperoleh dari pusat data di (<http://www.ssec.wisc.edu/datacenter/>) *University of Wisconsin-Madison Space Science and Engineering Center (SSEC)* serta data Final Analysis (*Final Global Data Assimilation System (FNL)*) di (<http://dss.ucar.edu>) *DSS Research Data Archive*.

Dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan analisis, yaitu dengan mengkaji efek sirkulasi atmosfer global, regional dan lokal. Berdasarkan bentuk dan format data dari masing-masing hasil pengamatan, maka diperlukan beberapa model program pengolahan data. Beberapa model yang digunakan adalah:

1. Program GrADS (*Grids Analysis and Display System*).

Program yang digunakan untuk menampilkan dan menganalisis secara *grid* dari data FNL, sedemikian sehingga diperoleh hasil kondisi meteorologi yang sesuai daerah penelitian. Hal tersebut dilakukan dengan mengatur model sesuai posisi garis lintang dan garis bujur daerah penelitian.

2. Program ANFIS (*Adaptive Neuron Fuzzy Inference System*).

Program untuk menghitung secara numerik sebuah data *time series*, diperlukan untuk menghitung nilai data kedepan yang dilakukan dengan proses pembelajaran dari data sebelumnya. Hal tersebut dilakukan untuk memprediksi kondisi data untuk tahun-tahun ke depan yang diperlukan dalam analisis penelitian.

3. Program Wavelet

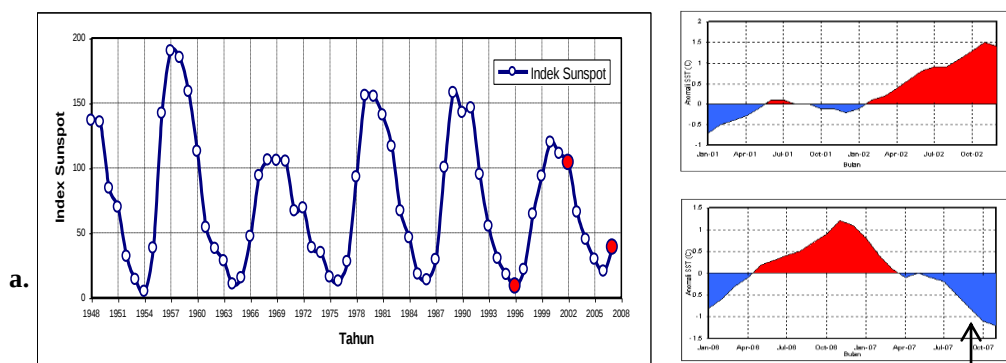
Program untuk menghitung secara numerik sebuah data *time series*, sedemikian sehingga diperoleh hasil berupa periodisitas waktu kejadian kondisi yang dapat digunakan untuk analisis dalam penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perilaku iklim di BMI (Benua Maritim Indonesia) tidak selamanya berada dalam kondisi normal. Ada kalanya terjadi penurunan curah hujan, sehingga timbul kekeringan dan pada saat yang lain mengalami peningkatan curah hujan hingga terjadi banjir. Perilaku sirkulasi anomali atmosfer ditinjau dari tiga aspek yaitu faktor perubahan global, regional, dan lokal.

Faktor Perubahan Global

Fenomena curah hujan ekstrim ditinjau dari efek global terlihat pada perubahan indeks sunspot maksimum untuk hujan ekstrim 2002 dan minimum untuk tahun 2007 Gambar 2a. Ketika aktivitas matahari rendah atau sunspot minimum, intensitas sinar kosmik yang sampai ke permukaan bumi menjadi maksimum, sehingga tutupan awan tumbuh. Hal ini berarti bahwa iradiansi matahari untuk daerah dekat khatulistiwa akan menjadi minimum, namun untuk daerah dekat khatulistiwa hal ini bukan awan hujan.



Gambar 2. a) Indeks Sunspot tanda ● tahun 1996, 2002 dan 2007.
b) ENSO (*El Nino South Oscilation*) tahun 2002 dan 2007.

Sebaliknya bila aktivitas matahari maksimum, partikel bermuatan yang dipancarkan matahari mempengaruhi medan magnetik antara bumi-matahari. Hal tersebut akan membelokkan sinar kosmik, sehingga intensitas sinar kosmik yang sampai ke bumi menjadi minimum dan tutupan awan akan menurun. Hal lain karena *flare* maksimum, maka iradiansi matahari diterima di bumi bertambah (The dkk., 2007), sumber data indeks sunspot: <http://www.cdc.noaa.gov>.

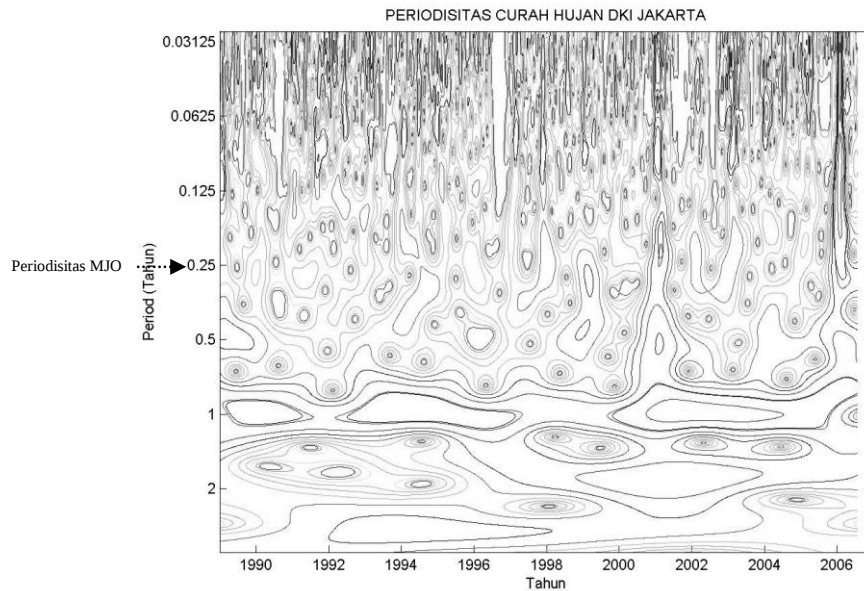
Adanya perubahan gejala alam global yang lain, yaitu El Nino ataupun La Nina makin berkembang. Sebagaimana untuk El Nino 1991–1994 terpanjang dan El Nino 1997/98 dengan intensitas terbesar dan tercepat dari catatan sebelumnya, bahkan El Nino terakhir muncul di akhir tahun 2002. Sebaliknya La Nina kurang berkembang seperti kondisi sebelumnya khusus di abad 20 yang lalu, akibat pola global telah menimbulkan perubahan pola angin musim di wilayah Indonesia dan sekitar berubah sejak tahun 1991 hingga kini (Diaz *et al.*, 2001), Data ENSO dapat diperoleh dari: <http://www.bom.gov.au/climate/enso>.

Sebagaimana Gambar 2b. untuk Januari–Februari 2002 terjadi gejala alam global perubahan dari La Nina lemah ke El Nino lemah, akan tetapi untuk Januari–Februari 2007 dalam kondisi El Nino dari kuat menuju lemah. Berdasarkan hal di atas, kondisi perubahan gejala alam global kurang dominan berpengaruh terhadap curah hujan ekstrim tersebut.

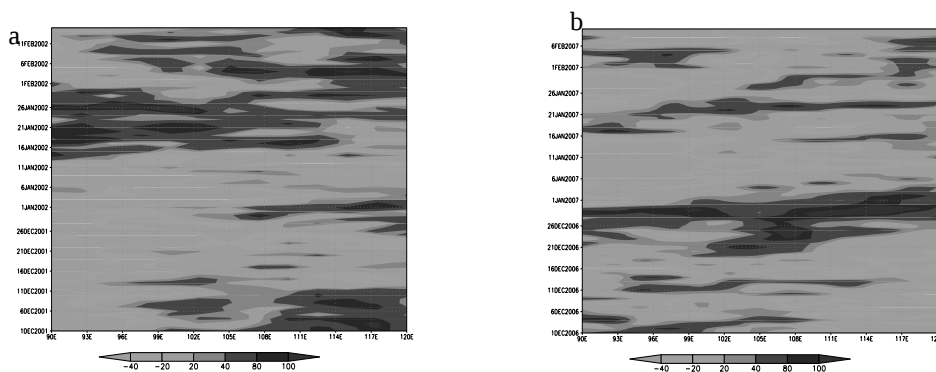
Faktor Perubahan Regional

Efek sinoptik yang merupakan perubahan atmosfer regional dapat berupa faktor perubahan kondisi MJO (*Madden Julian Oscillation*) dan siklon tropis daerah DKI-Jakarta. Perubahan periodisitas MJO terlihat menuju dominant dari tahun 1996, tahun 2002 hingga tahun 2007, sebagaimana Gambar 3. *Madden Jullian Oscillation* (MJO) adalah sebuah sirkulasi yang memiliki struktur baroklinik sederhana, dicirikan dengan daerah konveksi kuat dan gerakan vertikal serta

berbatasan dengan daerah *down welling* dan konveksi tertekan. Adapun cirinya adalah adanya pertumbuhan awan skala besar dari samudra Hindia menuju samudra Pasifik bagian barat, karena pada masa ini MJO sedang mengalami masa aktif, maka akibatnya akan meningkatkan curah hujan dan menimbulkan angin yang kuat (Wheeler et al., 2004)

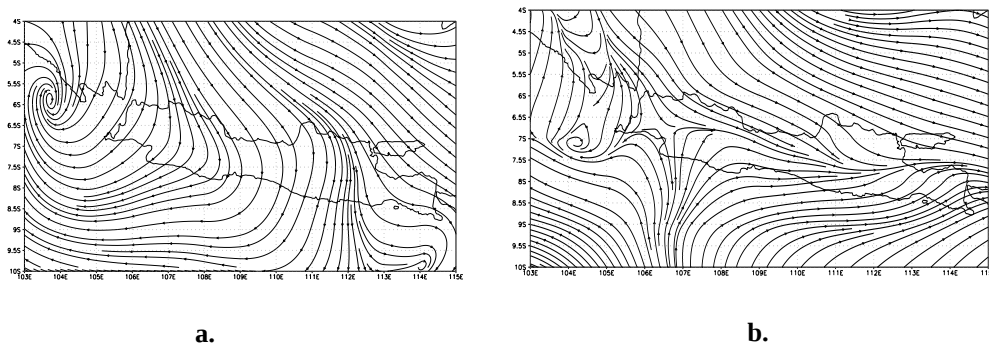


Gambar 3. Periodisitas MJO (*Madden Jullian Oscillation*) Jakarta tahun 2002-2007.



Gambar 4. a) Indeks konvektif OLR (*Outgoing Long wave Radiation*) tahun 2002
b) Indeks konvektif OLR (*Outgoing Long wave Radiation*) tahun 2007.

Ada persamaan kejadian indeks konvektif OLR untuk banjir tahun 2002 dan 2007, yaitu sebelum terjadi 'hujan ekstrem', terlihat kondisi kering (Gambar 4a dan 4b) yaitu nilai kontur rendah pada bulan-bulan tersebut, hal ini juga terlihat dari Grafik curah hujan sebelum kejadian sangat lemah (Grafik 1a dan 1b). Secara fisis kejadian tersebut merupakan proses penyimpanan energi total diatmosfer yang kemudian dilepas secara serentak sehingga mengakibatkan pulsa energi yang besar sekali dalam hal ini berupa curah hujan yang sangat tinggi.



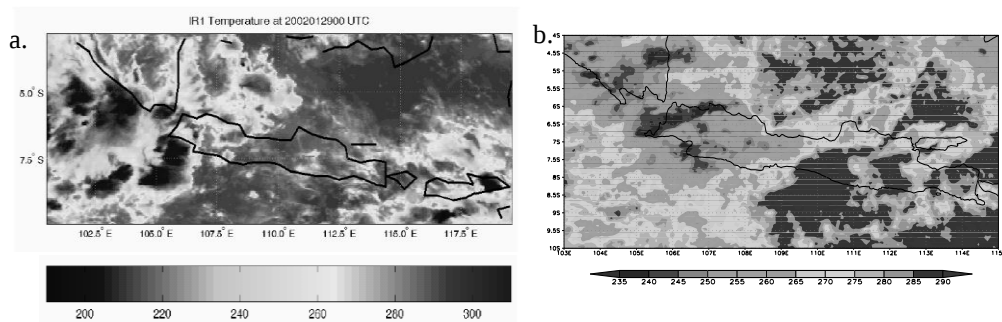
Gambar 5. a) Stream line vektor angin (vortek) tanggal 26-1-2002
b) Stream line vektor angin (vortek) tanggal 1-2-2007.

Bersamaan kejadian tersebut di atas ditambah dengan fenomena *Vortex* (siklon tropis) dimulai tanggal 23 Januari 2002 hingga berakhir 26 Januari 2002 sebagaimana dalam Gambar 5a, adapun Gambar 5b terjadi pada tanggal 1 Februari untuk periode tahun 2007 hal ini ada keterkaitan dengan hasil analisis menunjukan kejadian siklon tropis (*vortex*) diwilayah selatan Indonesia terjadi rata-rata tujuh kejadian pertahun dengan curah hujan bulanan berada di atas nilai rata-rata dengan anomali 12,6 mm (Nasrul, 2004).

Hal mana jika efek global atau sinoptik yang mendominasi maka curah hujan akan terjadi secara menyeluruh sebagai dampak dari efek tersebut (Roxana and Wajsowicz, 2005), namun kondisi untuk periode 2002 dan 2007 curah hujan tidak merata maka berdasarkan hal tersebut, curah hujan ekstrem penyebab banjir DKI-Jakarta lebih disebabkan oleh faktor lokal. Dalam makalah ini kajian dilanjutkan dengan menganalisis dinamika awan pada periode kejadian hujan ekstrem sebagai tinjauan untuk pengaruh efek lokal.

Faktor Perubahan Lokal

Fenomena hujan ekstrem tersebut jika dianalisis berdasarkan pola dinamika awan (data *IR1 temperature*) sebagaimana pada (Gambar 6a) di DKI Jakarta pola pertumbuhan awan dimulai tanggal 27 Januari 2002, namun pertumbuhan awan maksimum terjadi pada tanggal 29 Januari 2002 yang dimulai pada waktu 00–03 UTC (07-09 WIB).

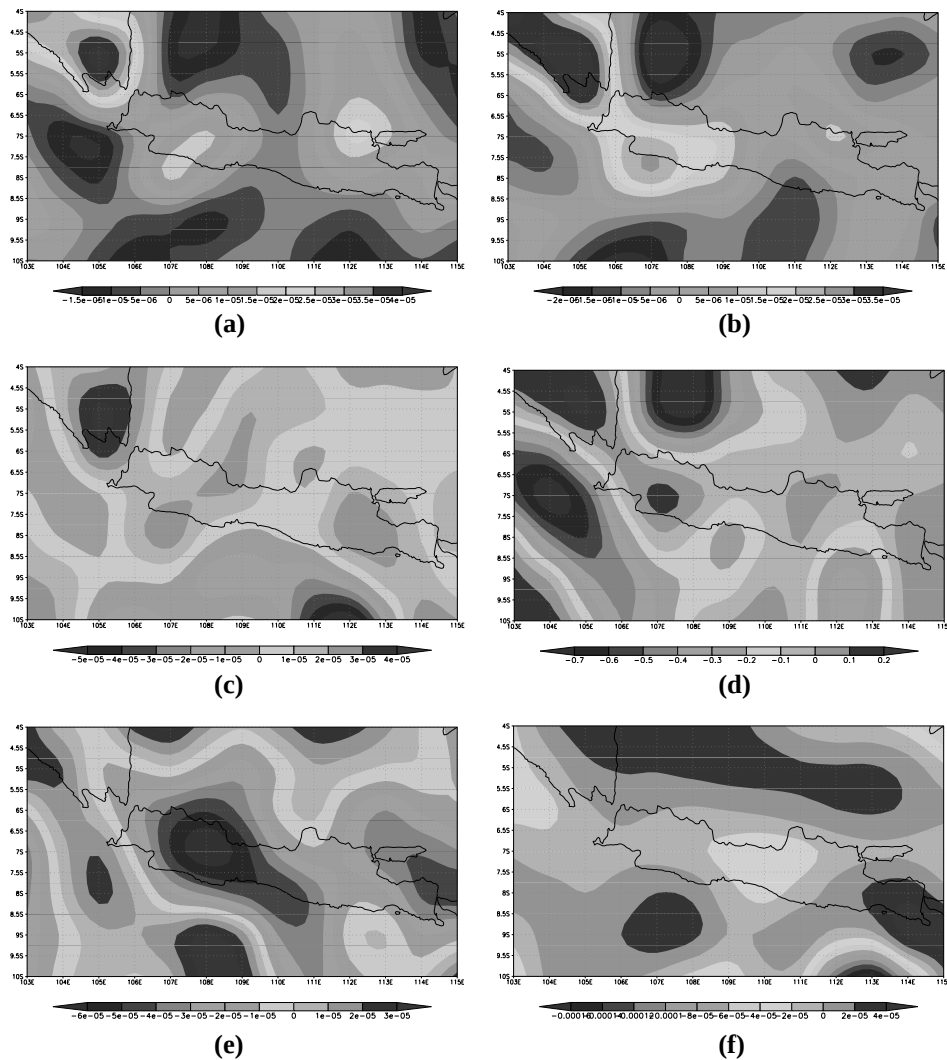


Gambar 6. a) Pola perubahan *IR1 Temperature* 29 Januari 2002, pada 00 UTC DKI-Jakarta.
b). Pola perubahan *IR1 Temperature* 1 Februari 2007, pada 00 UTC DKI-Jakarta

Data lengkap baik menurut *IR1 temperature* maupun data curah hujan DKI-Jakarta di mana hujan dimulai pada tanggal 27 Januari 2002, adapun curah hujan terbesar atau ekstrim terjadi pada tanggal 30 Januari 2002, untuk periode 2007 curah hujan tertinggi terjadi pada tanggal 1 Februari 2007 hal ini terlihat dari pola tutupan awan di atas DKI Jakarta yang maksimum di Gambar 6a. untuk periode 2002 dan 6b. untuk periode 2007.

Kajian lebih lanjut dalam penelitian ini akan dianalisis dari data FNL untuk tanggal 28 Januari 2002 hingga 30 Januari 2002 dan 29 Januari 2007 hingga 2 Februari 2007 daerah DKI-Jakarta, meliputi divergensi angin, *Absolute Vorticity*, untuk kejadian banjir periode 2002 dan 2007 yang diperoleh dari data NCEP/NCAR (Gambar 7 dan 8). Penggunaan data NCEP/NCAR reanalisis setiap 6 jam-an untuk mengetahui bahwa pengaruh hujan ekstrim didominasi oleh faktor lokal. Dari data hujan maupun data *temperatur IR1* untuk DKI Jakarta tanggal 27 Januari 2002 dan 1 Februari 2007 hujan lebat maupun awan hujan mulai terjadi. Gambar 7a, b dan c terlihat pola konvergen di atas laut sekitar daerah DKI Jakarta dan laut Hindia, pola pergeseran dimulai dari tanggal 28 Januari 2002, mencapai maksimum di atas Pulau Jawa tanggal 29 Januari 2002 dan berakhir tanggal 30 Januari 2002. Sebagaimana menurut Hadi et al.(2002) dalam penelitiannya mengatakan, bahwa ada tiga aspek penting meliputi perubahan arus angin laut terhadap waktu, pengaruh profil temperatur terhadap lapisan turbulen dan interaksi antara front angin laut terhadap perubahan kondisi topografi daerah Jakarta yang semakin kompleks.

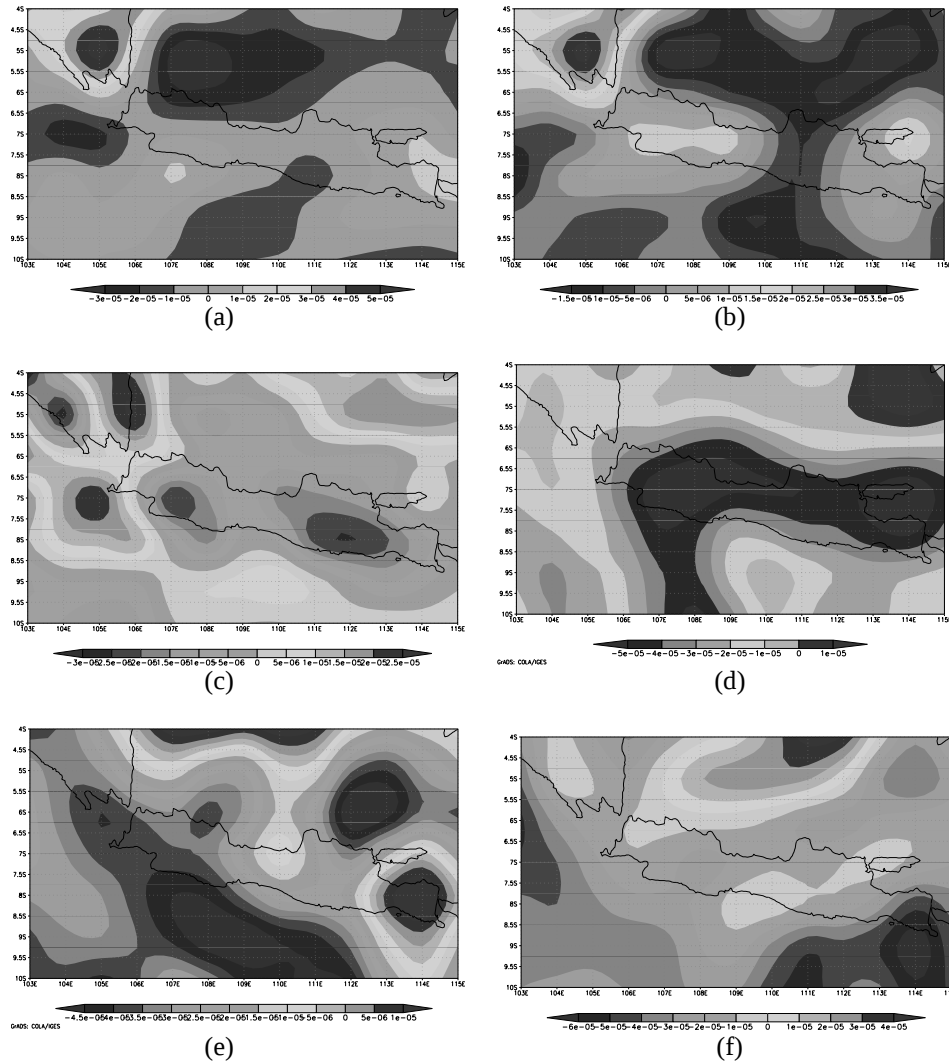
**Perbandingan Analisis Dinamika Atmosfer Pada Fenomena Banjir Tahun 2002 dan 2007
DKI Jakarta Sebagai Alternatif Mitigasi Bencana Alam (Rahmat Gernowo dkk.)**



Gambar 7. a, b, c) Divergensi angin DKI Jakarta Tanggal 28-29-30 Januari 2002.
d, e, f) *Absolute Vorticity* [1/s] DKI Jakarta Tanggal 28-29-30 Januari 2002 dari data NCEP/NCAR.

Dalam Gambar 7d, e dan f terlihat *Absolute Vorticity* negatif untuk tanggal 28 Januari 2002 diantara laut Jawa dan laut Hindia sekitar daerah Jakarta, kemudian untuk tanggal 29 Januari 2002 di atas Pulau Jawa bagian barat anomali

vortisitas negatif terjadi dan berakhir untuk tanggal 30 Januari 2002, adapun level precipitasi mulai maksimum pada tanggal 28 Januari 2002, hingga berakhir pada 30 Januari 2002 hal ini membuktikan bahwa di daerah tropis aktivitas konveksi di atas lautan lebih aktif dibanding di daratan dengan variasi yang besar, begitu juga dengan curah hujan variasinya sangat besar pada periode tersebut (Chaudhry et.al.1996).



Gambar 8. a, b, c) Divergensi angin DKI Jakarta Tanggal 1-2-3 Februari 2007.
d, e, f) *Absolute Vorticity* [/s] DKI Jakarta Tanggal 1-2-3 Februari 2007 dari data NCEP/NCAR.

Dalam Gambar 8 a, b dan c untuk divergensi angin dan 8 d,e serta f untuk vortisitas periode banjir 2007, hal tersebut mempunyai pola yang sama dengan kejadian banjir 2002 namun kejadian ini berlangsung dari tanggal 1-2-3 Februari 2007. Adapun level precipitasi mulai maksimum pada tanggal 1 Februari 2007 berakhir pada 3 Februari 2007. Berdasarkan perubahan pola dari analisis data FNL, terlihat bahwa hujan ekstrim penyebab banjir di DKI Jakarta tanggal 30 Januari 2002 dan 1 Februari 2007 lebih disebabkan oleh dominasi faktor sirkulasi atmosfer lokal, karena dari analisa parameter-parameter data FNL menunjukkan pola yang mengarah pada pertumbuhan awan konvektif penyebab hujan lebat atau hujan ekstrim

Ditinjau secara umum, sistem iklim di Benua Maritim Indonesia dipengaruhi oleh sirkulasi monsun akibat adanya sel tekanan tinggi dan sel tekanan rendah antara benua Asia dan Australia secara bergantian. Pada saat musim dingin di belahan Bumi Utara yaitu bulan Desember-Januari-Februari, terdapat sel tekanan tinggi di benua Asia sedangkan di belahan Bumi Selatan pada waktu yang sama terdapat sel tekanan rendah akibat musim panas di benua Australia. Adanya perbedaan tekanan di kedua benua tersebut, menyebabkan terjadinya sirkulasi atmosfer dari benua Asia menuju benua Australia yang dikenal sebagai monsun barat (Hendon, 2003, Krisnamurthy et. al., 2000)

KESIMPULAN DAN SARAN

Fenomena hujan ekstrim di wilayah DKI Jakarta pada peristiwa banjir 2002 dan 2007 menunjukkan proses dinamika atmosfer yang sama berdasarkan analisis pola perubahan periodisitas *MJO* (*Madden Julian oscillation*) dan *OLR* (*Out going Long wave Radiation*) serta fenomena (*Vortex*) siklon tropis, hal tersebut diakibatkan oleh efek global dan regional.

Dari dinamika awan terlihat pola perubahan awan dari data *IR1 Temperature* di DKI Jakarta, berupa pertumbuhan awan maksimum baik pada periode 2002 maupun 2007, sebagaimana terlihat pola pertumbuhan awan di DKI Jakarta diakibatkan oleh faktor sirkulasi atmosfer lokal terlihat dari analisa data FNL saat terjadi hujan ekstrim yang menunjukkan perubahan kearah efek untuk terjadinya konveksi.

Kesamaan, baik proses maupun fenomena dinamika atmosfer, pada kejadian banjir tahun 2002 dan 2007 tersebut, dapat dijadikan alternatif pembelajaran awal tentang mitigasi bencana alam yang sama. Hal tersebut sebagai langkah bijak untuk mengantisipasi sekaligus mencari solusi agar kejadian-kejadian berulang di masa mendatang dapat ditanggulangi.

Beberapa rekomendasi yang dapat disampaikan terkait dengan penelitian ini adalah penanganan banjir ibukota Jakarta yang segera diperlukan adalah perbaikan saluran sebagai penyebab terjadinya masalah genangan air di kawasan DKI Jakarta. Curah hujan dari alam yang kini cenderung 'ekstrim' makin banyak terjadi, sementara itu daerah resapan air makin berkurang akibat hunian yang

makin padat, sehingga air hujan menggenangi kawasan yang rendah. Perubahan pantai dengan reklamasi agar segera dihentikan karena selain menghambat aliran air juga mengubah ekosistem dan pola cuaca dan iklim lokal. Kesemuanya ini diketengahkan agar perencanaan dan pengeloaan masalah genangan lebih komprehensif lagi.

Organisasi internasional memberikan wawasan dan anjuran dalam penanganan masalah alam khususnya cuaca dan iklim dengan memperkenalkan sistem peringatan dini. Karena itu sebaiknya sistem ini lebih diupayakan dan ditingkatkan penggunaanya serta disosialisasikan melalui berbagai media masa baik di tingkat pusat maupun daerah, khususnya DKI Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Chaudhry F.H., Filho A.G.A., and Calheiros R.V.(1996). Statistics on tropical convective storms observed by radar , *Atmospheric Research* 42, pp.217-227.
- Denny Z. (2005). Pengembangan kawasan banjir kanal timur, sistim manajemen air untuk menata kehidupan, ITB Press.
- Diaz, H.F., M.P. Hoerling and J.K. Eischeid (2001), ENSO variability, teleconnections and climate change. *Int., J. Climatol.*,21, 1845-1862
- Hadi T.W., Horinouchi T., Tsuda T., Hashiguchi H., and Fukao S. (2002). Sea-Breeze circulation over Jakarta, Indonesia: A climatology based on boundary layer radar observations. *Monthly Weather Review*, vol. 130, 2153-2165 pp.
- Hendon H.H.(2003). Indonesian rainfall variability: Impacts of ENSO and local air-sea interaction. NOAA-Cires Climate Diagnostics Center Boulder, Colorado, *J. Climate* 16, pp. 1775-1790
- Krishnamurthy, V. and Goswami B.N. (2000). Indian monsoon- ENSO relationship on interdecadal timescale, *J. Climate*, vol.13, pp. 579-595.
- Mori S., Jun-Ichi H., Yudi Iman T., Yamanaka M.D., Okamoto N., Murata F., Sakurai N., Hashiguchi H., and Sribimawati T.(2004). Diurnal land-sea rainfall peak migration over Sumatra island, Indonesia maritime continent, observed by TRMM satellite and intensive rawinsonde soundings ,*American Meteorological Society*, pp 2021-2039.
- Nasrul I. (2004). Studi siklon tropis di selatan Indonesia dan pengaruhnya terhadap curah hujan Jakarta . FIKTM ITB Bandung.
- Roxana C., and Wajsowicz, (2005). Forecasting extreme events in the tropical Indian ocean sector climate, *Jurnal dynamics of atmospheres and ocean* pp.1-15.

The H.L., P.M. Siregar, R.Gernowo, dan H. Widodo. (2007). Prediksi Jangka Panjang Iklim di Indonesia Berdasarkan Aktivitas Matahari denganANFIS, Proceeding Temu Ilmiah Nasional, MHI Dep. Pertanian Jakarta.

Wheeler, Matthew C., and Hendon H.H. (2004), An Season Real Time Multivariate MJO Index Development If An Index For Monitoring And Prediction, American Logical Society.