

**ANALISIS DATA EQUATORIAL ATMOSPHERE RADAR (EAR) PADA  
GEMPA PADANG PARIAMAN 30 SEPTEMBER 2009****Tri Kusmita<sup>1</sup>, Dwi Pujiastuti<sup>1</sup>, Eddy Hermawan<sup>2</sup>**<sup>1</sup>) Jurusan Fisika Universitas Andalas<sup>2</sup>) Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer & Iklim LAPAN, BandungE-mail: *t.rieztha@gmail.com***ABSTRAK**

Telah dilakukan analisis data EAR pada gempa Padang Pariaman untuk melihat ada atau tidaknya anomali kecepatan angin pada kasus gempa bumi Padang Pariaman 30 September 2009. Dalam penelitian ini digunakan *software xygraph* untuk pengolahandata kecepatan angin yang terekam oleh EAR dalam orde 2,3 menit menjadi sebuah grafik vektor angin. Analisis yang dilakukan merupakan analisis kualitatif yang berdasarkan pada hasil plot grafik vektor angin. Hasil analisis menunjukkan bahwa untuk kasus gempa bumi Padang-Pariaman tidak ditemukan adanya anomali kecepatan angin. Namun, gangguan konstan yang terekam oleh EAR pada rentang waktu pengamatan dari puluk 16:00 WIB (30 September 2009) - 03:00 WIB 1 Oktober 2009) kemungkinan disebabkan oleh adanya gangguan cuaca yang terjadi pada lapisan tropopause.

Kata Kunci: EAR, Gempa Bumi Padang Pariaman, Kecepatan Angin

**ABSTRACT**

*It has been researched about analisis of EAR data for earthquake that occurred in Padang Pariaman 30<sup>th</sup> September 2009. This research was conducted to see wind's speed anomaly on the earthquake. In processing the data the writer use xygraph software to convert wind's speed data that is recorded by EAR in the order 2.3 minutes into wind vector graphic. The analysis of this research was qualitative analysis based on the result of wind vector plot graphs. The analysis showed that for cases Padang-Pariaman's earthquake did not found any anomaly of wind speed. However, constant varian happened in the tropopause layer because of weather disturbances.*

*Keyword: EAR, Padang Pariaman's Earthquake, Wind Speed*

**I. PENDAHULUAN**

Sumatera Barat merupakan salah satu daerah yang sangat rentan akan terjadinya gempa bumi. Hal tersebut juga dapat dilihat dari banyaknya kasus gempa bumi yang terjadi dalam rentang waktu yang relatif singkat seperti gempa 6 Maret 2007 di Solok, gempa Padang Pariaman 30 September 2009 dan gempa mentawai 27 Oktober 2010. Dewasa ini kajian tentang gempa bumi telah banyak dikaitkan dengan fenomena yang terjadi di atmosfer.

Studi lapangan terbaru memperkuat asumsi bahwa ada emisi elektromagnetik (EM) sebelum terjadinya gempa bumi besar. Sebelum adanya aktivitas seismik, medan listrik dan anomali termal yang ditransmisikan dari tanah ke atmosferakan mempengaruhi konduktivitas atmosfer (Pulinet dkk, 2000). Pada saat tersebut dapat terjadi variasi temperatur, konduktivitas dan tekanan, sehingga gelombang gravitasi akustik atmosfer dapat dieksitasikan. Selain itu osilasi gravitasi seismik juga dapat memicu keluarnya radon dan gas-gas lain ke atmosfer (Liperovsky dkk, 2007). Gas radon tersebut mempengaruhi konten aerosol di troposfer dan menyebabkan konduktivitas meningkat sampai dengan lima kali lipat di atas keadaan biasa (Alperovich dan Fedorov, 1999). Akibatnya, sebelum terjadinya suatu gempa, profil kelembaban vertikal, tekanan dan temperature berubah mirip dengan perubahan yang dibawa oleh badai sehingga mempengaruhi arah dan kecepatan angin di sekitar daerah episenter (Ouzounov dan Freund, 2006). Anomali listrik di zona persiapan gempa melibatkan proses pembentukan gas aerosol dengan membawa molekul air yang dapat dihubungkan dengan perubahan panas laten. Selama proses ini sejumlah besar panas (800-900 kal/gr) dilepaskan (Sedunov dkk, 1997).

Ditinjau dari sisi kaitan litosfer-atmosfer-ionosfer (LAI) anomali radon merupakan sumber utama yang menyebabkan perubahan listrik utama di atmosfer beberapa hari sebelum terjadinya gempa besar (Pulinet dan Boyarchuk, 2004). Anomali radon sebelum gempa memiliki skala waktu yang sama dengan kelainan suhu udara yang di amati. Bahkan puncak

pancaran radon mencapai 4-10 hari sebelum *shock seismik*. Ionisasi udara yang dihasilkan oleh radon dari kerak bumi merupakan suatu rangkaian proses fisika dan kimia yang dapat merubah komposisi molekul udara, temperatur dan juga kelembaban secara signifikan (Dunajeka dan pulinet, 2005).

Pengamatan atmosfer biasanya dilakukan dengan menggunakan radar, yang hingga saat ini telah banyak dipasang di berbagai tempat di Indonesia. Salah satunya *Equatorial Atmosphere Radar* (EAR) yang telah beroperasi di Koto Tabang semenjak Tahun 2001 tepatnya  $1^{\circ}$  km ke arah Utara dari Bukit Tinggi, Sumatera Barat ( $0,29^{\circ}$  S,  $100,32^{\circ}$  E, 865 km dari permukaan laut). Radar ini merupakan radar Doppler yang dirancang untuk mempelajari dinamika atmosfer di wilayah khatulistiwa dan sebagai pengamat atmosfer yang berpengaruh pada iklim global dan merupakan salah satu mata rantai pemantauan iklim global, khususnya di kawasan ekuator atau khatulistiwa (Fukao dkk, 2003). EAR mampu mempelajari dinamika atmosfer dan mendeteksi perilaku angin dalam bentuk tiga dimensi, yaitu vertikal, meridional dan zonal dari ketinggian 1,5 - 20 km, dalam selang waktu 3 menit untuk setiap ketinggian 150-300 meter serta mampu menyimpan 1.440 profil dinamika atmosfer dalam satu hari. Radar yang menggunakan antena putar dengan tiga elemen berbaris sebanyak 560 buah ini dalam operasinya juga dapat diputar ke segala arah dalam rentang  $30^{\circ}$  dari sumbu vertikal. Oleh karena itu, perekaman data yang dihasilkan lebih akurat.

Dengan mempertimbangkan keberadaan radar tersebut, maka dilakukan suatu penelitian untuk melihat bagaimana kolerasi arah dan kecepatan angin yang terekam oleh EAR beberapa saat sebelum, hingga setelah terjadinya gempa bumi. Hal ini dilakukan dengan tujuan melihat bagaimana fenomena yang terjadi di atmosfer khususnya troposfer dan stratosfer bagian bawah ketika terjadinya gempa bumi. Diharapkan metode ini dapat menjadi suatu studi awal sebagai metode early warning sytem yang dapat meminimalisir resiko dari gempa bumi.

## II. METODE

Metode yang digunakan merupakan metode analisis kualitatif. Dimana data yang digunakan adalah data arah dan kecepatan angin hasil pengamatan menggunakan EAR (*Equatorial Atmosfer Radar*) di LAPAN, Koto Tabang dalam rentang waktu beberapa jam sebelum hingga beberapa jam sesudah terjadinya gempa bumi. Walaupun EAR dapat memantau angin dalam arah 3 dimensi, tetapi analisis lebih difokuskan pada data angin vertikal.

Alat yang digunakan diantaranya EAR, komputer untuk menampilkan data hasil observasi sekaligus mengolah data, dan software *xygraph* untuk menghasilkan grafik vektor angin.

Pengolahan data dilakukan untuk mengetahui korelasi antara anomali arah dan kecepatan angin pada gempa yang terjadi di Padang-Pariaman pada tanggal 30 September 2009.

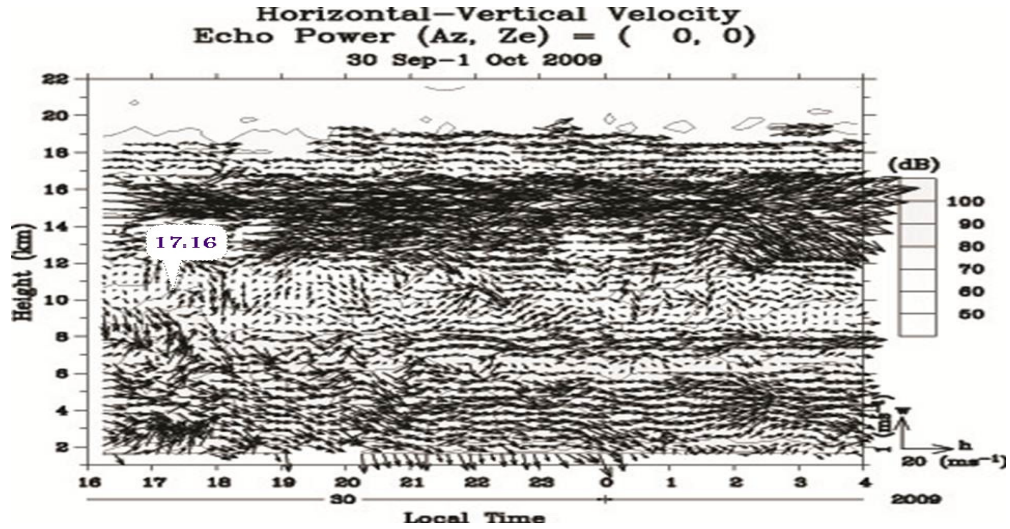
Langkah-langkah pengolahan data yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan data  
Tidak semua data yang terekam dengan EAR langsung diolah. Data yang diambil adalah data yang tidak banyak mengandung *noise* dan tidak banyak yang kosong. Karena hal itu makanya tidak digunakan batasan rentang jam dalam data yang digunakan.
2. Interpretasi data arah dan kecepatan angin untuk data setiap 2,3 menit  
Interpretasi ini dilakukan untuk melihat anomali kecepatan angin. Interpretasi yang dilakukan menggunakan *software xygraph* karena data EAR yang berupa format NETCDF dapat dibaca dengan menggunakan program tersebut. Data-data tersebut kemudian diplot dalam orde *time-series* jam. Karena program membutuhkan input 2 dimensi angin, maka plot grafik yang dihasilkan merupakan gabungan dari 2 dimensi angin yang diplotkan tersebut.
3. Analisis anomali yang diperelah pada gempa Padang-Pariaman 30 September 2009.  
Hasil dari pengolahan data tersebut digunakan untuk melihat bagaimana perilaku EAR ketika terjadi gempa laut tetapi tidak membangkitkan tsunami. Diharapkan dari korelasi yang diperoleh bisa memberikan gambaran apakah EAR bisa digunakan untuk gempa yang tidak membangkitkan tsunami atau hanya dapat digunakan untuk tsunami saja.

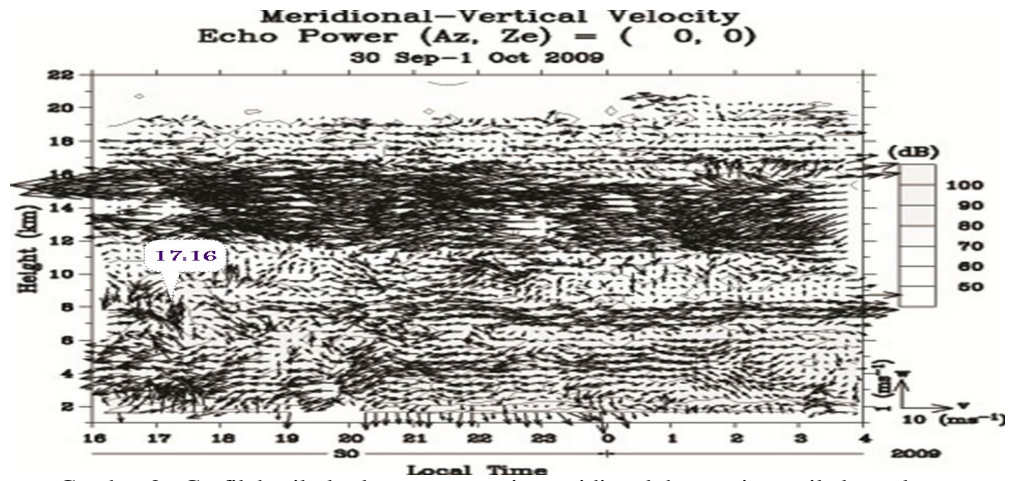
III. HASIL

Dengan memplotkan data arah dan kecepatan angin, maka diperoleh grafik seperti yang terlihat pada Gambar 1. Berdasarkan plot angin horizontal dan angin vertikal seperti Gambar 1, tidak terlihat dengan jelas kapan anomali mulai terjadi, hanya saja pola pergerakan angin tersebut nampak menumpuk sepanjang ketinggian 14 km - 17 km.

Begitu juga dengan hasil plot angin meridional dan angin vertikal (Gambar 2). Pola angin juga terlihat menumpuk sepanjang ketinggian 12 km - 17 km, akan tetapi penumpukan yang terjadi tidak bisa diperkirakan kapan waktunya, karena pola penumpukan angin terjadi sepanjang jam seperti terlihat pada Gambar 2, sehingga belum bisa dikatakan sebagai anomali.



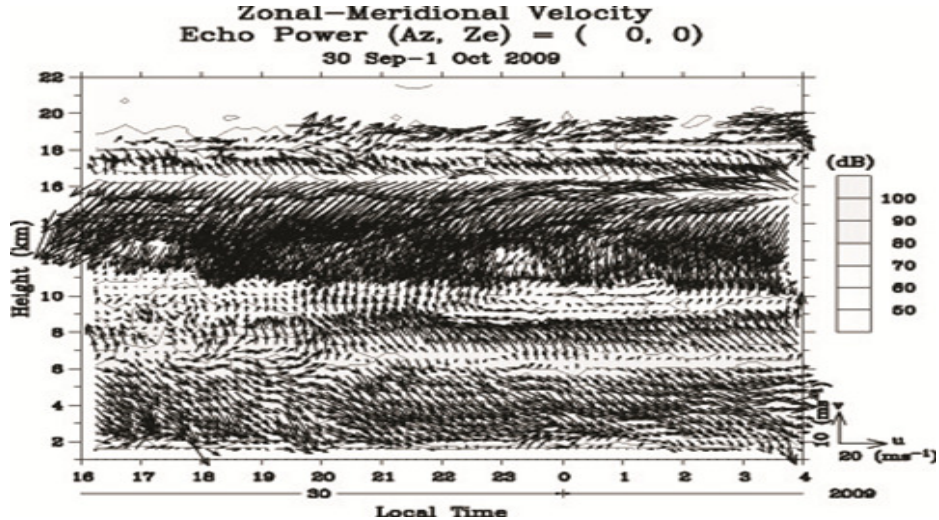
Gambar 1 Grafik hasil plot kecepatan angin horizontal dan angin vertikal untuk gempa bumi Padang-Pariaman.



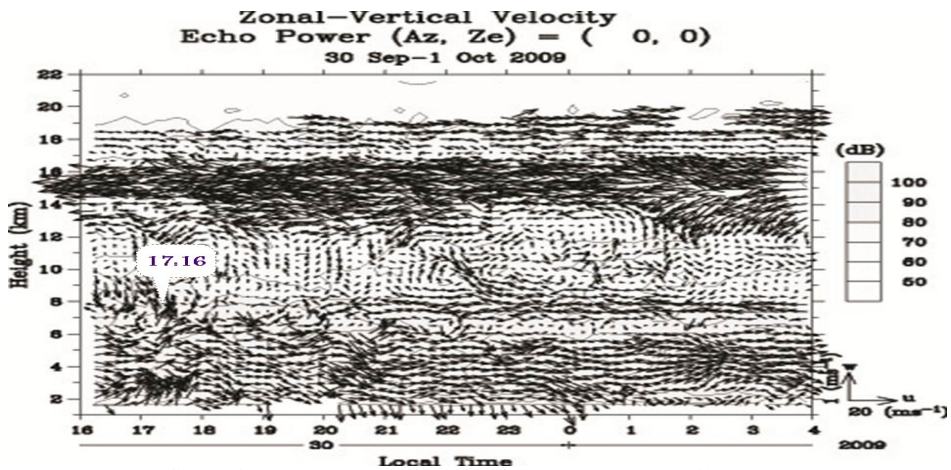
Gambar 2. Grafik hasil plot kecepatan angin meridional dan angin vertikal untuk gempa bumi Padang-Pariaman.

Hal serupa terjadi pada angin zonal dan angin meridional (Gambar 3). Di sini pola pergerakan angin pada ketinggian 12 km - 17 km hampir sama, hanya saja polanya jauh lebih rapat dan berbentuk gulungan menuju ke bawah dibandingkan dengan ketinggian lainnya. Tetapi kesamaannya yaitu pola tersebut tetap terjadi sepanjang waktu, sehingga anomalinya tidak dapat ditentukan dengan pasti kapan dan bagaimana pola anomalinya.

Selanjutnya untuk plot angin zonal dan vertikal seperti terlihat pada Gambar 4. Berbeda dengan Gambar 3 yang menunjukkan pola pergerakan yang teratur pada ketinggian tertentu, Gambar 4 tidak menunjukkan adanya pola seperti itu. Pola yang ditampilkan lebih acak dan juga walaupun menunjukkan penumpukan pada ketinggian 12 km - 17 km, namun penumpukan yang terjadi tidak seteratur Gambar 3.



Gambar 3 Grafik hasil plot kecepatan angin zonal dan angin meridional untuk gempa bumi Padang-Pariaman



Gambar 4 Grafik hasil plot kecepatan angin zonal dan angin vertikal untuk gempa bumi Padang-Pariaman.

Tidak adanya pola pergerakan yang menunjukkan kapan waktu terjadinya anomali pada gempa Padang-Pariaman 30 September tersebut, menyebabkan sulitnya untuk menjelaskan bagaimana hal tersebut bisa terjadi. Gangguan yang memiliki pola yang relatif sama tersebut terjadi hampir di sepanjang waktu pengamatan yang dilakukan dengan ketinggian yang sama. Perbedaan pola plot dimensi angin yang dihasilkan sangat bergantung pada dimensi angin yang digunakan dalam memplot data. Karena setiap dimensi angin mempunyai dominan arah yang berbeda seperti angin meridional yang bergerak dari utara ke selatan, angin zonal yang mengalir dari barat ke timur, sementara angin vertikal bergerak secara vertikal, maka pola plot vektor angin yang dihasilkan juga berbeda.

**IV. DISKUSI**

Dari keseluruhan grafik yang dihasilkan (Gambar 1 - Gambar 4), terlihat bahwa gangguan yang terjadi di lapisan tropopause relatif sama. Gangguan terjadi disepanjang waktu

pengamatan pada ketinggian yang sama. Dalam selang pengamatan yang dilakukan selama  $\pm$  12 jam (16:00 pada 30 September s/d 1 Desember 2009) terlihat bahwa gangguan yang terbentuk memiliki waktu yang relatif panjang dan stabil. Namun, hal ini belum dapat dijelaskan secara rinci bagaimana gangguan yang terjadi, karena tidak adanya penyimpangan yang signifikan dalam waktu yang relatif singkat yang bisa disebut sebagai anomali yang disebabkan oleh gempa bumi yang terjadi pada pukul 17:06 WIB tersebut.

Dari gambar tersebut jelas terlihat bahwa gangguan yang terlihat memiliki durasi yang sangat lama dibandingkan dengan rentang waktu terjadinya gempa bumi pada saat itu. Oleh karena itu, gangguan yang terjadi tersebut diperkirakan karena adanya pengaruh kondisi cuaca yang terjadi saat itu dilapisan tropopause tersebut, bukan merupakan dampak yang disebabkan oleh gempa bumi. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan pengamatan tentang bagaimana perilaku EAR ketika terjadinya gempa bumi yang membangkitkan tsunami. Apakah pada gempa bumi yang membangkitkan tsunami tersebut terdapat gangguan yang signifikan pada perekaman data EAR atau tidak.

## V. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada saat beberapa jam sebelum hingga setelah terjadinya gempa Padang Pariaman 30 September 2009 terjadi gangguan pada atmosfer lapisan bawah. Khususnya pada lapisan troposfer dengan ketinggian 12 km - 17 km. Gangguan ini terjadi selama waktu pengamatan yang dilakukan, yaitu sekitar 11 jam pengamatan. Gangguan yang terjadi tersebut diperkirakan terjadi karena pengaruh cuaca pada lapisan tropopause, bukan disebabkan oleh gempa bumi, karena tidak ditemukan penyimpangan yang signifikan selama waktu pengamatan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada pihak Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) yang telah memberikan izin penggunaan data EAR dari LAPAN SPD Kototabang. Juga Kepada pihak LAPAN Bandung yang telah membantu dalam pengolahan data. Selanjutnya kepada pihak Universitas Andalas yang telah memungkinkan terlaksananya penelitian ini, khususnya kepada Jurusan Fisika.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alperovich, L. dan E. Federov, Perturbation Of Atmospheric Conductivity As A Cause Of Litosphere-Ionosfer Interaktion, In: Atmospheric and Ionosphere Electromagnetic Phenomena Associated with Earthquakes, pp. 591-596, 1999.
- Dunajevka, M.A. and S.A.Pulinets, 2005, Atmospheric and Thermal Anomali Observed Around The Time of stron Eartquakes in Mexico, Atmosphaera 18(4), 235-247
- Fukao, S., Hashiyuki. H., Yamamoto, M., Nakamura, T.M and Yamamoto, K. M., 2003, Equatorial Atmosphere Radar (EAR): System Description and First Results, Radio Science, vol.38, no. 3, 1053.
- Liperovsky, V.A.O.A., Pokhotelov, C-V., Meister, dan E. V. Liperovsky, 2007, On Recent Physical Models Of Lithosfer-Atmosphere-Ionosphere Coupling Before Eartquakes, Moscow, institute for Physics of Earth.
- Ouzounov, D dan F.T. Freund, 2006, Gound-Atmosphere-Interactions Related to Eartquakes: How can Eartscope Help?, NASA, Amerika.
- Pulinet, S.K.A., Boyarchuk,V., Hegai, C. dan Kim, A. Lomonosov, 2000, Quasielectrostatic Model of Tmosphere-Thermosfer-Ionosphere Coupling, Adv. Space Res. 26, 8,pp. 1209-1218.
- Pulinets.S.A., Boyrchuk.K.A., 2004, Ionospheric Precursors oe Earthquake, Heidelberg, Springer, Berlin,315p
- Sedunov, Y.S., Volnovitski.O.A., Petrov, N.N., Reitenbakh, R. G. dan Smirnov. V.I. Chernokov. A. A, 1997, Atmosphere. Handbook (Reference Data and Models), Gidrometeoizdat, Leningrad.