

PERAN DIMENSI FRAKTAL DALAM RISET GEOMAGSA

John Maspupu

*Pussainsa LAPAN, Jl. Dr. Djundjuna No. 133 Bandung 40173,
Tlp. 0226012602 Pes. 106. Fax. 0226014998
E-mail: john_mspp@yahoo.com*

Abstrak

Makalah ini menjelaskan tentang konsep dimensi fraktal yang terkait dengan penelitian geomagnet dan magnet antariksa (*geomagsa*). Oleh karena itu fokus pembahasannya lebih diarahkan pada dimensi fraktal yang sering digunakan atau sangat berperan didalam proses penelitian geomagsa tersebut. Dimensi fraktal seperti inilah yang lebih dikenal sebagai “Dimensi Fraktal versi Acak” (*random fractal dimension*). Dengan demikian tujuan pembahasan makalah ini tiada lain adalah untuk menunjukkan peran dimensi fraktal acak dalam program riset geomagnet dan magnet antariksa. Selain itu dimensi fraktal acak ini juga dapat digunakan sebagai alat (*tool*) yang mampu menyelesaikan masalah-masalah fisis terkait keos di dalam penelitian magnet antariksa maupun geomagnet. Inilah salah satu kontribusi ilmiah yang sangat berarti untuk kondisi penelitian antariksa di masa kini ataupun masa mendatang.

Kata kunci: Dimensi Fraktal, versi Acak, Geomagsa.

PENDAHULUAN

Riset geomagnet dan magnet antariksa (*geomagsa*) ini merupakan penelitian aktivitas magnet yang terdiri dari aktivitas lokal maupun aktivitas global. Khusus untuk penelitian aktivitas magnet lokal, fokus risetnya pada aktivitas yang bersumber dari internal bumi yaitu, gempa bumi (*earthquake*). Aktivitas ini biasanya dikenal dengan sebutan *aktivitas geomagnet* yang juga dapat mengekstraksi gelombang-gelombang seismo-elektromagnet. Sedangkan riset aktivitas magnet global adalah suatu penelitian yang berkaitan dengan interaksi angin surya (*solar wind*) – magnetosfer – ionosfer (lihat Muhammad Musafar, L.K., 2010 dan Rostoker, G. et. al.,1987), seperti fenomena badai magnet ataupun fenomena badai-badai kecil lainnya dari magnetosfer (*substorms magnetospheric*) yang dapat dibaca pada makalah McPherron, R.L.,(1987). Aktivitas seperti ini biasanya dikenal sebagai aktivitas magnet antariksa. Selanjutnya pengertian tentang kapasitas dimensi dalam konsep fraktal, ternyata tidak selalu ada dan walaupun ada, tidak selalu bilangan bulat yang non negatif, itu berarti dapat berupa pecahan (lihat Maspupu, J., 2002). Kontruksi kapasitas dimensi ini pada dasarnya terdiri dari dua cara yaitu secara geometri atau secara aljabar.

Kapasitas dimensi secara geometri dapat diterapkan pada himpunan-himpunan yang struktur geometrinya cukup teratur. Sedangkan untuk himpunan data deret waktu (*time series data set*) biasanya digunakan dimensi fraktal acak yang telah dikonstruksi oleh *Burlaga* dan *Klein* (lihat *Burlaga, L.F. and Klein, L.W., 1986*) dan kemudian dimodifikasi oleh *Higuchi* (lihat *Higuchi T, 1988*). Selain itu publikasi tentang aplikasi dimensi fraktal yang terkait dengan aktivitas seismik dan gempa bumi dapat dibaca pada makalah *Gotoh, K. et. al., (2002)* dan (lihat *Ida, Y. and Hayakawa, M., 2006*). Inilah yang melatarbelakangi penentuan judul makalah tersebut di atas. Dengan demikian tujuan pembahasan makalah ini adalah menunjukkan atau memastikan peran dimensi fraktal acak ini di dalam program riset geomagnet dan magnet antariksa. Namun yang menjadi masalah adalah bagaimana caranya memastikan peran dimensi fraktal tersebut dalam penelitian ini? Dan selanjutnya dimensi fraktal seperti apa yang selalu atau sangat berperan di dalam proses penelitian geomagsa ini? Untuk itu perlu dipikirkan dan ditemukan solusi

pemecahannya, sehingga dapat memberikan kontribusi ilmiah yang signifikan untuk perkembangan penelitian geomagnet dan magnet antariksa di kemudian hari dalam taraf nasional maupun internasional.

METODOLOGI

Untuk menunjukkan atau memastikan peran dimensi fraktal versi acak ini di dalam program riset geomagnet dan magnet antariksa, perlu dilakukan langkah-langkah atau prosedur sebagai berikut:

- i) Survei internet atau perpustakaan di lembaga penelitian yang terkait dengan riset geomagnet dan magnet antariksa., misalnya : LAPAN Bandung atau LAPAN Jakarta.
- ii) Inventarisasi makalah-makalah yang terkait dengan geomagnet dan magnet antariksa dari para peneliti di dalam negeri maupun di luar negeri.
- iii) Mencermati keterkaitan atau penggunaan konsep fraktal yang terdapat di dalam pembahasan makalah-makalah tersebut.
- iv) Daftarkan konsep-konsep fraktal yang digunakan pada metodologi maupun dalam hasil pembahasan makalah-makalah tersebut (lihat Burlaga, L.F. and Klein, L.W., (1986) ; Gotoh, K. et. al., (2002) ; Hayakawa, M. et. al., (1999) ; Ida, Y. and Hayakawa, M., (2006) dan Maspupu, J.,(2009a), (2009b), (2009c), (2010)).
- v) Daftarkan bidang penelitian disertai fokus kegiatan penelitian yang terkait dengan butir iv).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan survei internet atau perpustakaan diperoleh daftar judul-judul makalah yang terkait dengan program riset geomagnet dan magnet antariksa dari beberapa peneliti dalam negeri maupun luar negeri. Hasil survei ini dicantumkan dalam tabel berikut yaitu tabel 3.1 dan tabel 3.2.

Tabel 3.1. Judul makalah yang terkait dengan program riset geomagnet dan magnet antariksa dari peneliti dalam negeri.

| Nama peneliti dari dalam negeri. | Judul makalah terkait program riset geomagnet dan magnet antariksa. | Jenis dan tahun publikasi |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Maspupu , J. | 1. Pendekatan dimensi fraktal untuk mengindikasi eksistensi anomali emisi sinyal <i>ULF</i> geomagnet. | <i>Prosiding SNASTI</i> , 2009. |
| Maspupu , J. | 2. Penentuan hubungan eksponen spektral dan dimensi fraktal sinyal <i>ULF</i> geomagnet. | <i>Prosiding SNASMAT</i> , 2009. |
| Maspupu , J. | 3. Estimasi eksponen spektral dan kemunculan derau kedip (<i>flicker noise</i>) pada sinyal <i>ULF</i> geomagnet. | <i>Prosiding SNASMAT</i> , 2009. |
| Maspupu , J. | 4. Multifraktal dan singularitas sinyal <i>ULF</i> geomagnet. | <i>Prosiding SNASMAT</i> , 2010. |

Tabel 3.2. Judul makalah yang terkait dengan program riset geomagnet dan magnet antariksa dari beberapa peneliti luar negeri.

| Nama peneliti dari luar negeri. | Judul makalah terkait program riset geomagnet dan magnet antariksa.. | Jenis dan tahun publikasi |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Burlaga, L.F. and Klein, L.W. | 1. Fractal structure of the interplanetary magnetic field. | <i>Journal Geophys. Res.</i> 91, 1986. |
| Gotoh, K. et. al. | 1. Fractal analysis of the ULF geomagnetic data obtained at Izu Peninsula, Japan in relation to the nearby earthquake swarm of June – August 2000. | <i>Journal NHESS</i> , 2002. |
| Hayakawa, et. al. | 1. Fractal Analysis of ULF geomagnetic data associated with the Guam earthquake on 08 August 1993. | <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 26, 1999. |
| Ida, Y. and Hayakawa, M. | 1. Fractal analysis for the ULF data during the 1993 Guam earthquake to study prefracture criticality. | <i>Journal Nonlinear Processes in Geophysics</i> , 2006. |

Dengan menerapkan prosedur atau langkah-langkah metodologi yang tercantum pada butir iii) s/d butir v) , maka akan diperoleh hasil-hasil seperti yang dituangkan dalam tabel berikut di bawah ini.

Tabel 3.3. Kaitan beberapa bagian konsep fraktal dengan bidang dan fokus kegiatan program riset geomagnet dan magnet antariksa.

| No. | Konsep fraktal yang terkait | Bidang riset | Fokus kegiatan riset |
|-----|-----------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1. | Dimensi fraktal acak. | Geomagsa | Anomali emisi sinyal ULF dan kaitannya dengan prekursor gempa bumi. |
| 2. | Eksponen spektral. | Geomagsa | Deteksi badai magnet. Prekursor gempa bumi. |
| 3. | Analisis fraktal. | Geomagnet | Prekursor gempa bumi. |
| 4. | Struktur fraktal. | Magsa | Medan magnet antar planet. |
| 5. | Multifraktal. | Geomagsa | Singularitas sinyal ULF. |

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada akhir uraian makalah ini dapat dikemukakan beberapa kesimpulan yang perlu diperhatikan :

- i). Untuk memahami pengertian tentang fraktal harus dikuasai konsep matematika yang terlibat dengan baik dan benar, begitu juga dasar-dasar pengetahuan pada masalah fisis antariksa yang terkait.
- ii). Penelitian geomagnet dan magnet antariksa tanpa penguasaan konsep fraktal tidak akan berkembang. Hal ini dikarenakan konsep fraktal diperlukan untuk mendeteksi badai magnet antariksa. Selain itu juga untuk menentukan prekursor gempa bumi.

Dari kesimpulan butir i) dan butir ii) jelas terlihat bahwa konsep fraktal mempunyai peranan penting pada pengembangan riset antariksa, khususnya dalam penelitian geomagnet dan magnet antariksa. Selanjutnya untuk mengantisipasi kesimpulan yang telah dikemukakan di atas, perlu disarankan beberapa hal berikut :

- i). Inventarisasi jumlah peneliti ilmiah di bidang matematika (terapan dan murni) pada lembaga-lembaga pemerintah yang terkait dengan penelitian antariksa di Indonesia.
- ii). Bentuk kelompok kerja bidang keahlian matematika fraktal di setiap kegiatan penelitian geomagnet dan magnet antariksa.
- iii). Pembentukan kelompok kerja tersebut diharapkan selektif mungkin dan merupakan koordinasi gabungan dari peneliti ilmiah pada lembaga pemerintah yang terkait.
- iv). Harus ada usaha pembinaan kesadaran akan kebutuhan konsep-konsep matematika realistik dikalangan peneliti ilmiah yang terkait dengan fokus penelitian tersebut.
- v). Harus ada usaha peningkatan kemampuan matematika bagi anggota muda peneliti di setiap kegiatan penelitian antariksa.
- vi). Selain itu harus terbuka kesempatan bagi peneliti ilmiah untuk mengikuti pendidikan lanjutan di luar negeri, serta melakukan penelitian lanjutan di berbagai lembaga terkemuka dalam bidang IPTEK.

Dengan mempertimbangkan saran-saran di atas, selanjutnya perlu direkomendasikan beberapa pernyataan berikut :

- a. Saran-saran pada butir i) s/d butir iv) direkomendasikan untuk kualitas kegiatan penelitian jangka pendek agar mencapai keberhasilan IPTEK.
- b. Saran pada butir v) direkomendasikan untuk kualitas kegiatan penelitian jangka panjang demi memantapkan dan mempertahankan keberhasilan IPTEK.
- c. Sedangkan saran pada butir vi) direkomendasikan untuk kualitas kegiatan IPTEK secara keseluruhan di Indonesia dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Burlaga, L.F. and Klein, L.W., (1986). Fractal structure of the interplanetary magnetic field, *Journal Geophys. Res.*, *91, A1*, pp. 347 – 350.
- Gotoh, K. et. al., (2002). Fractal analysis of the ULF geomagnetic data obtained at Izu Peninsula, Japan in relation to the nearby earthquake swarm of June – August 2000, *Journal NHESS*, pp. 229 – 236.
- Hayakawa, M. et. al., (1999). Fractal Analysis of ULF geomagnetic data associated with the Guam earthquake on 8 August 1993, *Geophys. Res. Lett.*, *26, 18*, pp. 2797 – 2800.
- Higuchi T, (1988) Approach to an irregular time series on the basis of fractal theory, *Journal Physica D31*, pp. 277 – 283.
- Ida, Y. and Hayakawa, M., (2006). Fractal analysis for the ULF data during the 1993 Guam earthquake to study prefracture criticality, *Journal Nonlinear Processes in Geophysics*, pp. 409 – 412.
- Maspupu, J., (2002). Dimensi fraktal suatu himpunan, *Jurnal Natural FMIPA-Terakreditasi UNIBRAW*, hal. 29 – 36.
- Maspupu, J., (2009a). Pendekatan dimensi fraktal untuk mengindikasikan anomali emisi sinyal ULF geomagnet, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Informatik STIKOM*, Surabaya, hal. 113-115.

- Maspupu, J., (2009b). Penentuan hubungan eksponen spektral dan dimensi fraktal *ULF* geomagnet, *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan pendidikan Matematika UNY*, Yogyakarta, hal. 1000-1009.
- Maspupu, J.,(2009c). Estimasi eksponen spektral dan kemunculan derau kedip (*flicker noise*) pada sinyal *ULF* geomagnet, *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan pendidikan Matematika UNY*, Yogyakarta, hal. 993-999.
- Maspupu, J.,(2010).Multifraktal dan singularitas sinyal *ULF* geomagnet, *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan pendidikan Matematika FKIP-UNS*, Surakarta, hal. 244-252.
- McPherron, R.L.,(1987). The role of substorms in the generation of magnetic storms, *AGU Geophys. Monogr.* 98, pp. 131-147.
- Muhammad Musafar, L.K., (2010). Bz-Component of Interplanetary magnetic field during large magnetic storms, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan pendidikan Sains UKSW*, Salatiga, hal. 287-293.
- Rostoker, G. et. al.,(1987). The roles of direct input of energy from the solar wind and unloading of stored magnetotail energy in driven magnetospheric substorms, *Space Sci. Rev.* 46, pp. 93-111.

