

ANALISIS GANGGUAN GEOMAGNET DI BIAK UNTUK PERINGATAN DINI GANGGUAN GEOMAGNET

Mamat Ruhimat

Pusat Sains Antariksa – LAPAN

e-mail : mruhimat@yahoo.com

Abstrak. Gangguan geomagnet sangat erat kaitannya dengan parameter angin surya dan medan magnet antarplanet, terutama yang mengarah ke selatan (B_z negatif), karena kondisi ini yang akan menyebabkan rekoneksi magnet yang mentransfer energi dari angin surya ke magnetosfer bumi. Aliran energi ini dapat mengakibatkan terjadinya gangguan pada medan geomagnet sehingga dengan diketahuinya aktivitas dari parameter angin surya dan medan magnet antarplanet dapat memprediksi adanya gangguan geomagnet dipermukaan bumi. Korelasi antara gangguan geomagnet yang diamati di Balai Penjejukan dan Kendali Wahana Antariksa (BPKWA) Biak dengan prediksi hasil perhitungan menggunakan jaringan saraf tiruan menunjukkan bahwa selang waktu antara gangguan geomagnet komponen H di Biak dengan hasil perhitungan adalah satu jam. Ini mengindikasikan bahwa model gangguan geomagnet yang dibangun dari kecepatan angin surya dan medan magnet antarplanet efeknya terhadap geomagnet memerlukan waktu untuk sampai ke bumi.

Kata kunci: gangguan geomagnet, angin surya, medan magnet antarplanet, jaringan saraf tiruan

Abstract. The geomagnetic disturbances are closely related with the solar wind parameters and the interplanetary magnetic field, particularly with the southward component (negative B_z), since such condition can lead to magnetic reconnection-which transfers the energy from the solar wind into the Earth magnetosphere. The energy transfer can cause geomagnetic disturbance. Therefore, by knowing the activity of the solar wind parameters and interplanetary magnetic field we can predict the geomagnetic disturbance. The correlation between the geomagnetic disturbances in BPKWA Biak with the predictions calculated using the artificial neural networks shows that the time delay between the components H geomagnetic disturbance in Biak with the calculation results is one hour. This indicates that the model built geomagnetic disturb of the solar wind velocity and interplanetary magnetic field effect on geomagnet need time to get to Earth.

Keywords: geomagnetic disturbance, solar wind, interplanetary magnetic field, artificial neural network

1. Pendahuluan

Medan magnet bumi (geomagnet) yang diukur di permukaan bumi merupakan kombinasi beberapa medan magnet yang dihasilkan oleh berbagai sumber. Sumbernya dari internal bumi sampai dari luar bumi. Gangguan geomagnet dapat diketahui dengan memisahkan variasi medan geomagnet yang diukur dari variasi hari tenang geomagnetnya.

Gangguan geomagnet merupakan suatu indikasi terjadinya aktivitas geomagnet. Aktivitas ini terjadi akibat proses fisis di magnetosfer bumi yang menjalar hingga ke permukaan bumi. Penyebab utama dari munculnya fenomena geomagnet adalah transfer

energi dari matahari ke magnetosfer bumi melalui angin surya. Mekanisme masuknya energi dari angin surya ini ke dalam magnetosfer adalah terjadinya rekoneksi magnet yang bisa terjadi bila kondisi medan magnet antarplanet (*Interplanetary Magnetic Field* – IMF), yaitu komponen IMF Bz yang mengarah ke selatan dengan medan magnet magnetopause yang mengarah ke utara (Gonzalez et al., 1999). Energi ini akan terkumpul di magnetosfer, dan akan menyebabkan gangguan magnetosfer bila terjadi rekoneksi medan magnet. Gangguan magnetosfer ini akan menimbulkan gangguan pada geomagnet yang disebut sebagai badai geomagnet (Veenadhari B. et al., 2006).

Badai geomagnet adalah gangguan yang sangat penting dalam magnetosfer dan secara signifikan dapat meningkatkan atau menurunkan kerapatan elektron ionosfer. Medan listrik yang berasal dari magnetosfer dapat menembus ekuator dan lintang rendah ionosfer menghasilkan gerak vertikal yang merestrukturisasi profil kerapatan daerah F karena ketergantungan tinggi dari tingkat rekombinasi. Efek gangguan cuaca antariksa berhubungan dengan medan dan arus listrik di ekuator dan lintang rendah geomagnet terkait dengan perubahan konveksi magnetosfer. Menurut (Kugblenu S. et al., 1999) badai geomagnet disebabkan oleh peningkatan tekanan dinamis angin surya yang bekerja pada magnetosfer. Tekanan meningkat menekan magnetosfer pada wilayah antara bumi dan matahari akan mengakibatkan jarak magnetopause dengan bumi menjadi makin dekat dan pada saat yang sama meningkatkan gangguan geomagnet.

Gangguan geomagnet dapat mengakibatkan dampak yang merugikan, misalnya untuk surveyor dan pemetaan geomagnet. Untuk mengantisipasi dampak merugikan ini perlu dilakukan peringatan dini terhadap munculnya gangguan geomagnet. Dengan menganalisis gangguan yang terjadi di suatu lokasi, maka dapat dibuat suatu prakiraan gangguan geomagnet dalam rangka peringatan dini tersebut.

Dalam penelitian ini dianalisis gangguan geomagnet yang teramati di lokasi pengamatan geomagnet, yaitu di BPKWA Biak. Dengan menggunakan data observasi, maka dibuatlah suatu metode prediksi gangguan geomagnet yang dapat memprakirakan besarnya gangguan yang mungkin akan terjadi dengan menggunakan jaringan saraf tiruan (Ruhimat, 2011b, Kugblenu et al., 1999). Input data yang digunakan berupa parameter angin surya berupa kecepatan dan kerapatan partikel serta medan magnet antarplanet, sedangkan output yang dihasilkan berupa prediksi gangguan geomagnet di Balai Penjejukan dan Kendali Wahana Antariksa (BPKWA), Lapan, Biak.

2. Data dan Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data variasi geomagnet dari stasiun geomagnet di BPKWA LAPAN Biak dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2001 dan parameter angin surya terdiri dari kecepatan angin surya dan kerapatan partikel angin surya serta medan magnet antarplanet arah utara-selatan (Bz). Sumber data parameter angin surya diperoleh dari satelit ACE (*Advanced Composition*

Explorer) dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2001 sedangkan untuk prediksinya digunakan data parameter angin surya dan medan magnet antarplanet bulan Juni 2005.

Metodologi yang digunakan dalam prediksi gangguan geomagnet ini merupakan pengembangan dari Ruhimat (2011b) menggunakan jaringan saraf tiruan dengan masukan parameter angin surya dan medan magnet antarplanet, sedangkan keluarannya berupa gangguan geomagnet. Data-data yang digunakan dalam proses olah data dibagi dalam tiga bagian yaitu data jam-an mulai dari Januari 2000 sampai dengan Oktober 2001 untuk pelatihan/pembelajaran, data Nopember dan Desember 2001 untuk pengujian dan data Juni 2005 untuk prediksi. Gangguan geomagnet di BPKWA Biak dapat diketahui dari hasil pengukuran variasi geomagnet setelah dipisahkan dengan variasi hari tenangnya. Untuk menganalisis hasil prediksi gangguan geomagnet digunakan korelasi antara gangguan geomagnet hasil perhitungan prediksi dengan gangguan geomagnet hasil pengukuran di BPKWA Biak.

3. Hasil dan Analisis

Analisis dilakukan terhadap data observasi Biak, yaitu sepanjang tahun 2000 sampai bulan Oktober 2001. Data ini dianalisis bersama-sama dengan data angin surya dengan metode jaringan saraf tiruan. Sementara itu data Nopember dan Desember 2001 digunakan untuk pengujian. Dengan metode yang telah diperoleh maka dilakukan prediksi untuk tanggal 14 sampai dengan 18 Juni 2005 seperti yang terlihat dalam Gambar 3-1.

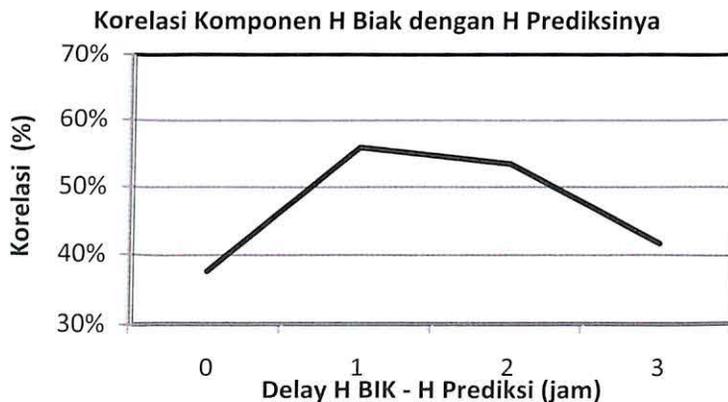
Gambar 3-1 menunjukkan plot antara data pengamatan dan data hasil keluaran model. Kedua grafik memiliki kemiripan terutama akhir tanggal 15 hingga tanggal 17 Juni 2005. Dari kedua plot grafik ini dapat dilihat bahwa hasil prediksinya mempunyai kemiripan dengan data observasi. Akan tetapi untuk memastikan seberapa besar akurasi prakiraan yang dibuat, maka dihitung korelasi antara keduanya. Korelasi yang dihitung antara data hasil observasi dan prediksi gangguan geomagnet mempunyai nilai sebesar 35%. Akan tetapi dengan asumsi bahwa angin surya membutuhkan waktu untuk menimbulkan gangguan di bumi, maka semestinya korelasi ini tidak memberikan nilai yang tepat bila dilakukan pada saat yang bersamaan. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan melakukan pergeseran.

Apabila dilakukan pergeseran waktu sebesar satu jam, yaitu hasil prediksi lebih awal satu jam dari pengukuran di BPKWA Biak, koefisien korelasinya menjadi sebesar 56 %. Sedangkan untuk pergeseran waktu sebesar dua jam, koefisien korelasinya menjadi sebesar 54 %. Koefisien korelasi paling baik dijumpai pada saat digeser satu jam, artinya hasil perhitungan ini memprediksikan gangguan geomagnet satu jam ke depan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan (Ruhimat, 2011a; Ruhimat dan Yatini, 2012) tentang korelasi parameter angin surya dan medan magnet antarplanet dengan indeks Dst. Sebagai input dari model prediksi ini adalah kecepatan angin surya, kerapatan partikel dan medan magnet antarplanet, ketiganya diukur di

satelit yang diperkirakan efeknya terhadap geomagnet dipermukaan bumi memerlukan waktu satu jam ke depan. Hal ini juga berarti bahwa adanya selisih waktu sebesar satu jam ini memberikan peluang dalam memberikan peringatan dini akan adanya gangguan geomagnet.



Gambar 3-1. Prediksi gangguan geomagnet komponen H (garis tebal warna merah) dengan input medan magnet antarplanet, kecepatan dan kerapatan angin surya, dibandingkan dengan komponen H dari stasiun geomagnet di BPKWA Biak (garis putus-putus warna hitam) pada tanggal 14 sampai dengan 18 Juni 2005 (Ruhimat,2011b).



Gambar 3-2. Grafik koefisien korelasi antara gangguan geomagnet pengukuran di Biak dengan hasil perhitungan prediksinya. Sebagai absis adalah waktu delay/pergeseran dalam jam.

Walaupun sudah diperoleh model prediksi gangguan geomagnet, penelitian ini masih perlu disempurnakan atau dikembangkan lagi dengan menggunakan data untuk pembelajaran lebih panjang lagi agar karakteristik gangguan geomagnet dan papameter angin surya serta medan magnet antarplanet yang ada di alam ini termodelkan.

4. Kesimpulan

Kemampuan peringatan dini gangguan geomagnet sangat diperlukan untuk keperluan mitigasi dampak gangguan tersebut. Untuk dapat memberikan peringatan dini, maka diperlukan kemampuan untuk memprakirakan gangguan geomagnet yang akan terjadi. Dalam penelitian ini dijelaskan tentang prediksi gangguan geomagnet dari parameter angin surya dan medan magnet antarplanet dengan menggunakan jaringan saraf tiruan yang terjadi pada tanggal 14 sampai dengan 18 Juni 2005 korelasi yang dominan antara gangguan geomagnet hasil perhitungan dengan hasil pengukuran di BPKWA Biak koefisien korelasinya adalah sebesar 56 % yang diperoleh dengan pergeseran waktu satu jam, yang berarti hasil perhitungan bersesuaian satu jam lebih awal dari hasil pengukuran. Dengan kata lain hasil perhitungan dapat memprediksikan gangguan geomagnet 1 jam yang akan datang. Perbedaan selang waktu ini mengindikasikan bahwa gangguan geomagnet yang dihitung berdasarkan kecepatan angin surya, kerapatan partikel dan medan magnet antarplanet memerlukan waktu sekitar satu jam untuk sampai ke bumi. Adanya selisih waktu ini memberikan waktu untuk memberikan peringatan dini akan datangnya gangguan geomagnet.

Daftar Rujukan

- Gonzalez, W.D., Tsurutani, B.T., Clua de Gonzalez, A.L., 1999, *Interplanetary Origin of Geomagnetic Storms*, *Space Sci. Rev.* **88**, 529
- Kugblenu S., Tauguchi S., Okuzawa T., 1999, *Prediction of geomagnetic storm associated Dst index using an artificial neural network algorithm*, *Earth Planet Space*, **51**, p 307-133
- Ruhimat ,M., 2011a, *Gangguan geomagnet pada fase minimum aktivitas matahari dan medan magnet antarplanet yang terkait*, *Majalah sains dan teknologi dirgantara, Lapan*, Vol. **6** No. 1, 34-40.
- Ruhimat, M., 2011b, *Metode prediksi gangguan geomagnet berdasarkan parameter angin surya dan medan magnet antarplanet*, *Proceeding Seminar Nasional Sains Atmosfer dan Antariksa 2011*, 426
- Ruhimat, M., Yatini, C.Y., 2012, *The velocity and particle density of solar wind related with the geomagnetic disturbance during 2008-2010*, *Proceeding workshop ISWI 2011*, p.8
- Veenadhari B., Alex, S., 2006, *Space weather effects on low latitude geomagnetic field and ionospheric plasma response*, *ILWS WORKSHOP 2006, GOA*, p1-4.