

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Matahari adalah sebuah objek yang dinamik, banyak aktivitas yang terjadi didalamnya. Beragam aktivitas di permukaannya telah dipelajari secara mendalam dan terinci. Ada gejolak di permukaan matahari yang kadang menguat dan kadang-kadang melemah. Kombinasi aktivitas radiasi dan aktivitas magnetnya diduga berperan besar pada siklus aktivitas matahari yang periodik terutama periode sekitar 11 tahunan. Aktivitas matahari adalah kondisi dinamik di matahari akibat perubahan medan magnetiknya yang terutama ditunjukkan dengan variasi jumlah bintik matahari (sunspot), termasuk ledakan matahari (flare), semburan gas matahari (prominensa atau filamen), lontaran materi korona (CME, *Coronal Mass Ejection*) dan lubang korona (*Coronal Hole*).

Medan magnet matahari bersifat kompleks yaitu medan magnetnya ada yang tertutup dan terbuka, seperti yang diungkapkan Abramenko *et al.* (2010) bahwa medan magnet global matahari memiliki struktur *multi-pole*. Mekanisme terjadinya siklus aktivitas matahari itu sampai sekarang terus diteliti, tetapi belum ada teori yang mampu menjelaskan secara lengkap tentang variasi siklus matahari. perilaku atau sifat-sifat siklus aktivitas matahari 11 tahun masih merupakan topik penelitian yang relevan dilakukan oleh para peneliti pada saat ini. Dalam upaya untuk memahami

fisika matahari maupun mengaji pengaruhnya bagi lingkungan tata surya. Khususnya, pengaruh aktivitas itu terhadap lingkungan bumi, yang lebih populer dengan sebutan cuaca antariksa (*space weather*). Kondisi dinamik di matahari akibat perubahan medan magnetiknya diketahui bervariasi dengan periode sekitar 11 tahun, variasi periodik ini disebut siklus matahari (*solar cycle*).

Salah satu fenomena yang terjadi di matahari yang termasuk pada siklus 11 tahun adalah fenomena lubang korona. Lubang korona adalah daerah di bagian korona matahari yang lebih gelap, dingin, dan memiliki kerapatan plasma lebih rendah dari pada rata-rata, yaitu 2×10^7 atom/cm³ (Dwivedi *et al.*, 1995). Selama aktivitas matahari minimum, terdapat sejumlah lubang korona yang melingkupi tudung kutub utara dan selatan matahari. Sementara itu ketika aktivitas matahari maksimum lubang korona dapat hadir di seluruh lintang matahari meskipun hanya bertahan selama beberapa kali rotasi matahari (Cranmer, 2009).

Medan magnet lubang korona membentuk garis-garis medan terbuka membentang ke luar angkasa, mengalirkan plasma yang menghasilkan aliran angin surya berkecepatan tinggi. Ionisasi atom dan aliran elektron sepanjang medan magnet terbuka di lubang korona akan membentuk komponen angin surya yang berkecepatan tinggi (*Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics*, 2001). Penelitian mengenai lubang korona menjadi penting, karena lubang korona dianggap sebagai salah satu sumber utama angin surya berkecepatan tinggi. Ada peningkatan intensitas efek angin matahari di bumi ketika lubang korona mengarah ke bumi (Cranmer, 2009).

Angin surya yang terdiri dari partikel-partikel bermuatan menuju ke bumi dengan kecepatan tinggi menyebabkan timbulnya tekanan pada magnetosfer bumi hingga mengakibatkan badai magnet dan gangguan di lapisan ionosfer di ketinggian 60 km - 6000 km, bahkan sampai ke permukaan bumi. Variasi angin surya dapat menimbulkan perubahan pada medan magnet bumi (Yatini *et al.*, 2008).

Bumi merupakan planet di tata surya yang memiliki sistem yang unik, nyaman, aman dan dapat dihuni berbagai makhluk hidup. Inti bumi berisi unsur-unsur berat bersifat magnet seperti besi dan nikel. Namun, yang lebih penting lagi adalah bahwa inti ini tersusun atas dua lapisan yang berbeda. Inti bagian dalam berwujud padat, sedang inti bagian luar berwujud cair. Lapisan luar yang cair tersebut mengapung dan bergerak di atas lapisan terdalamnya, sehingga memunculkan pengaruh magnetis pada logam-logam berat yang menyusun bumi, yang pada akhirnya membentuk suatu medan magnet. Medan magnet tersebut membentang hingga jauh di atas atmosfer dan membentuk sebuah perisai yang melindungi bumi dari bahaya yang mungkin datang dari angkasa luar. Perpanjangan zona magnet yang mencapai lapisan luar atmosfer ini diberi nama Sabuk Van-Allen. Sabuk Van-Allen yang membentuk medan magnet berjarak 40 ribu mil (64360 km) dari bumi ini. Saat menghujani medan magnet tersebut, angin surya yang berupa hujan partikel itu memudar, dan dibelokkan mengelilingi medan magnet bumi. Oleh karena itu bumi memiliki sistem pertahanan yang canggih dari bahaya terhadap gempuran berbagai benda langit yang datang menghujam.

Aktivitas geomagnet dibangkitkan oleh interaksi angin surya dengan magnetosfer dalam kaitannya dengan alih energi dan alih massa. Sejak observasi angin surya secara *in-situ* berhasil dilakukan, berbagai macam studi untuk mengetahui hubungan kuantitatif antara parameter angin surya dengan variabilitas indeks geomagnet mulai intensif dilakukan. Kecepatan angin surya memegang peranan penting yang membuat aktivitas geomagnet menjadi dinamis. Aktivitas akan mengalami peningkatan bahkan berkembang menjadi badai magnet apabila gangguan angin surya cukup signifikan. Angin surya yang terdiri dari partikel-partikel bermuatan menuju ke bumi dengan kecepatan tinggi bisa merusak jaringan listrik, komunikasi, hingga mengakibatkan sejumlah alat penerima GPS (*Global Positioning System*) menjadi tidak akurat (tidak bekerja).

Adanya gangguan magnet atau variasi medan magnet bumi yang dipantau di permukaan bumi dengan menggunakan *fluxgate magnetometer* merupakan salah satu fenomena yang terjadi akibat adanya aliran plasma yang dihasilkan matahari berinteraksi dengan magnetosfer bumi dan mengubah garis gaya medan magnet bumi. Identifikasi badai magnet salah satunya dapat dilakukan menggunakan indeks geomagnet seperti indeks Ap dan indeks Dst (*Disturbance storm index*). Indeks Ap (*Average Magnetic Planetary Index*) adalah indeks yang dirancang untuk mengukur aktivitas geomagnet, merupakan indeks standar dari 13 observatorium geomagnetik yang terletak antara koordinat lintang 44° sampai 60° . Nilai Ap ini bersesuaian dengan nilai variasi maksimum medan magnet permukaan bumi di lintang menengah yang dihitung dalam periode harian, indeks ini memiliki resolusi 3 jam. Indeks Dst

adalah indeks aktivitas geomagnet yang mengukur intensitas *equatorial electrojet* (*the ring current*), indeks ini memiliki resolusi 1 jam, yang diukur di sekitar lintang rendah-menengah.

Untuk mengetahui aktivitas matahari yang berpengaruh pada bumi perlu dilakukan studi mengenai cuaca antariksa dan penyebabnya. Studi mengenai cuaca antariksa salah satunya adalah studi intensif pada fenomena matahari yang berdampak pada bumi dan fenomena antariksa yang terkait di dalamnya. Salah satu fenomena di matahari yang berdampak pada bumi adalah lubang korona. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh (Tsurutani *et al.* dalam Yatini, 2009) bahwa lubang korona dapat mengakibatkan munculnya badai geomagnet. Oleh sebab itu studi terhadap lubang korona cukup penting untuk memahami dampak aktivitas matahari pada bumi. Pengamatan terhadap fenomena-fenomena tersebut menunjukkan bahwa semuanya berkaitan dengan kejadian badai geomagnet.

Berdasarkan uraian di atas judul penelitian ini adalah **"Keterkaitan Angin Surya dari Lubang Korona dengan Badai Geomagnet"**. Berkaitan dengan itu, dilakukan pengambilan data indeks Ap, data lubang korona berupa peta citra matahari, data intensitas badai geomagnet yang didefinisikan dengan *disturbance storm time index* (Dst), data profil kecepatan angin surya, dan medan magnet antarplanet (Bz).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka permasalahan penelitian dirumuskan sebagai berikut: “Bagaimanakah pengaruh angin surya yang berasal dari lubang korona terhadap intensitas badai geomagnet?”.

Rumusan masalah tersebut, dapat diuraikan menjadi pertanyaan-pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh posisi lubang korona terhadap intensitas badai magnet?
2. Bagaimanakah pengaruh kecepatan angin surya yang berasal dari lubang korona terhadap intensitas badai geomagnet?
3. Apakah ada pengaruh IMF (*Interplanetary Magnetic Field*) terhadap intensitas badai geomagnet.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan identifikasi terhadap lubang korona, angin surya, dan badai geomagnet selama selang waktu tahun 1998-2003 (pada fase naik dan fase puncak aktivitas matahari) yang termasuk siklus matahari ke-23 (1996-2006). Data lubang korona pada siklus ke-23 diawali pada tahun 1997, dalam situs web data kejadian lubang korona yang disertai dengan peta lubang korona hanya tersedia sampai dengan tahun 2003, maka setelah tahun 2003 tidak diperoleh data kejadian lubang korona yang disertai peta dalam situs tersebut. Hal tersebut akan mempersulit dalam penentuan letak koordinat lubang korona yang terjadi di matahari, sehingga data yang diambil hanya sampai tahun 2003. Data kecepatan angin surya

tersedia dalam situs web di mulai tahun 1998 sampai sekarang. Sementara itu, data medan magnet antarplanet (B_z) tersedia sejak tahun 1997 sampai sekarang. Untuk mendapatkan korelasi antara kejadian lubang korona dan kecepatan angin surya harus digunakan pengamatan dalam periode waktu yang sama, sehingga penelitian dilakukan dalam jangka waktu tahun 1998-2003. Untuk memastikan bahwa badai geomagnet yang terjadi selama selang waktu penelitian bersumber hanya dari lubang korona dan bukan bersumber dari CME. Dengan demikian, dalam penelitian ini kejadian lubang korona yang berpasangan dengan kejadian CME akan diabaikan.

Pengambilan data lubang korona ini dibagi menjadi dua kelompok yaitu lubang korona yang melingkupi bagian kutub matahari dan lubang korona yang berada di sekitar ekuator matahari. Pemilihan kelompok ini didasarkan pada teori bahwa selama waktu aktivitas matahari minimum, angin surya kecepatan tinggi berasal dari permukaan kutub matahari, sedangkan selama periode aktivitas matahari maksimum angin surya kecepatan tinggi berasal dari semua garis lintang permukaan matahari. Penelitian ini difokuskan pada pengaruh aktivitas yang terjadi di matahari berupa lubang korona terhadap kecepatan angin surya yang mengakibatkan timbulnya gangguan terhadap geomagnet. Kuat lemahnya gangguan geomagnet dinyatakan dengan indeks Dst, sehingga nilai indeks Dst tersebut menunjukkan intensitas gangguan yang diterima oleh medan magnet bumi. Jadi masalah yang dikaji hanya sebatas pada aktivitas matahari berupa lubang korona dan angin surya serta pengaruhnya terhadap medan magnet bumi.

1.4 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis keterkaitan antara lubang korona beserta angin surya yang dihasilkannya dengan intensitas badai geomagnet.

1.5 Metode

Dilakukan pengolahan data melalui pencarian korelasi dari grafik yang dihasilkan. Data diperoleh dari berbagai hasil pengamatan satelit dan pengamatan landas bumi. Data yang diolah merupakan data sekunder yang di ambil dari situs-situs yang berkaitan dengan aktivitas matahari dan medan magnet bumi.

Dalam penelitian ini, data yang diambil berupa:

1. Indeks Ap
2. Koordinat lubang korona pada citra permukaan matahari
3. Indeks Dst
4. Kecepatan angin surya
5. Medan magnet antar-planet arah (B_z).

1.6. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah memperoleh gambaran mengenai karakteristik angin surya yang bersumber dari lubang korona yang menimbulkan badai geomagnet, sehingga hasil dari analisis ini dapat digunakan untuk membuat prakiraan cuaca antariksa dan sistem peringatan dini pada siklus-siklus matahari yang berikutnya.

