

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tidak hanya di Bumi, cuaca juga terjadi di Antariksa. Namun, cuaca di Antariksa bukan berupa hujan air atau salju es seperti di Bumi, melainkan cuaca di Antariksa terjadi akibat adanya aktivitas Matahari. Matahari secara terus menerus memancarkan partikel, radiasi, dan medan magnet ke ruang angkasa. Dalam keadaan aktif, pancaran radiasi dan partikel ini akan bertambah banyak, bahkan dapat bertambah secara impulsif. Oleh karena itu, Matahari mempunyai peranan yang sangat penting dalam menciptakan variabilitas pada cuaca Antariksa. Cuaca Antariksa menunjukkan kondisi di Matahari dan di angin Matahari, magnetosfer, ionosfer, dan termosfer yang dapat mempengaruhi kondisi dan kemampuan sistem teknologi, baik yang di landas Bumi maupun di ruang angkasa, dan membahayakan kehidupan dan kesehatan manusia (*National Space Weather Program*, 2000; dalam Yatini 2008).

Cuaca Antariksa mengakibatkan munculnya sejumlah masalah yang terkait dengan infrastruktur teknologi, misalnya kegagalan satelit, kegagalan sistem navigasi dan komunikasi, serta putusnya aliran listrik. Untuk mengantisipasi dampak-dampak dari cuaca Antariksa, maka diperlukan informasi tentang cuaca Antariksa, terutama untuk mengetahui sumber gangguan dan membuat koreksi-koreksi yang diperlukan, sehingga dapat diminimalisasi efek yang dapat merugikan manusia dan sistem teknologi yang diakibatkan oleh cuaca Antariksa ini. Informasi ini dapat terdiri dari peringatan (*nowcast*), yaitu peringatan setelah

munculnya peristiwa di Matahari yang berpotensi mengganggu lingkungan Bumi, dan prakiraan (*forecast*) yang memberikan informasi tentang kondisi yang akan dihadapi termasuk rentang waktunya.

Cuaca Antariksa sangat dipengaruhi oleh aktivitas Matahari terutama kecepatan dan kerapatan angin surya, sifat dari medan magnet Bumi, serta medan magnet antar planet *Interplanetary Magnet Field (IMF)* yang dibawa oleh plasma angin surya. Cuaca Antariksa bermula dari Matahari, yang merupakan sumber radiasi dan partikel energetik yang memberikan pengaruh pada lingkungan Bumi dan medium antar planet. Aktivitas Matahari dapat mengubah radiasi dan partikel yang keluar dari Matahari, dan berakibat pada perubahan di lingkungan Bumi. Beberapa aktivitas Matahari yang mempengaruhi cuaca Antariksa antara lain *flare*, CME, *solar proton events*, dll.

Aktivitas Matahari ditandai dengan munculnya bintik Matahari atau yang biasa disebut sebagai *sunspot* yang muncul pada permukaan Matahari. *Sunspot* berevolusi dari bintik kecil dengan aktivitas rendah, kemudian berkembang menjadi konfigurasi yang sangat kompleks dengan kemungkinan mempunyai aktivitas tinggi, yaitu mengeluarkan ledakan-ledakan berupa *flare* dan lontaran massa korona (CME). Ledakan-ledakan ini dikenal dengan badai Matahari.

Badai Matahari terjadi apabila terjadi peristiwa erupatif di Matahari. Badai Matahari merupakan fenomena di Matahari yang sering terjadi, bukan saja saat aktivitas Matahari mencapai puncak, namun dapat terjadi bila kondisi daerah aktif di permukaan Matahari memungkinkan untuk terjadinya badai. Badai Matahari akan terjadi ketika adanya CME dan *flare*.

Lontaran Massa Korona atau CME melontarkan partikel seperti plasma, proton, dan elektron berenergi tinggi. Jika mengarah ke Bumi, CME akan berinteraksi dengan magnetosfer. Partikel-partikel ini akan dibelokkan oleh magnetosfer ke kutub-kutub Bumi dan daerah sekitarnya yang selanjutnya akan berinteraksi dengan molekul-molekul di atmosfer. *Flare* merupakan ledakan akibat terbukanya salah satu kumparan magnet di Matahari. Selain melepaskan sinar ultraviolet ekstrim, *flare* juga memancarkan radiasi gelombang elektromagnetik seperti sinar x yang dapat mengionisasi molekul-molekul atmosfer Bumi. Akibatnya, komposisi kimia dan kerapatan molekul di lapisan atmosfer atas berubah.

*Flare* terjadi di daerah-daerah aktif dengan fluks yang muncul mempunyai polaritas berlawanan, sehingga membuat medan magnet di daerah aktif tersebut menjadi kompleks (Yatini, 2000). Sumber energi *flare* tersimpan dalam medan-medan magnet di daerah aktif. Bila terjadi rekoneksi antara garis-garis medan magnet, maka energi yang tersimpan di dalamnya akan dilepaskan sebagai energi *flare*.

Daerah aktif merupakan daerah di permukaan Matahari tempat munculnya bintik Matahari (*sunspot*). Daerah aktif mempunyai hubungan yang sangat erat dengan munculnya medan magnet, namun tidak semua daerah aktif akan menghasilkan *flare*, ada juga daerah aktif yang tidak menghasilkan *flare*. Perbedaan antara daerah aktif yang satu dengan daerah aktif yang lain adalah dalam hal produktivitas *flare*. Diperlukan kondisi-kondisi tertentu dari suatu

daerah aktif agar energi yang tersimpan di dalam medan-medan magnet ini dapat lepas dan digantikan dengan munculnya *flare*.

Ledakan berupa *flare* dapat menghasilkan *solar proton events* dan tidak menghasilkan *solar proton events*. Pada penelitian ini akan ditinjau mengenai daerah aktif yang menghasilkan *solar proton events*. *Solar proton events* merupakan peristiwa yang terjadi ketika proton yang dipancarkan oleh Matahari dipercepat hingga energi yang sangat tinggi saat terjadinya *flare*. *Solar proton events* terjadi ketika energi proton yang lebih besar dari 10 MeV (Mega elektron Volt) melampaui 10 pfu (*proton flux unit*) di ketinggian satelit Geosinkron. *Solar proton* memiliki energi yang cukup untuk menembus atmosfer Bumi melalui medan magnet Bumi. Ketika *solar proton* masuk ke medan magnet (magnetosfer) Bumi, gangguan pada medan magnet Bumi akan menjadi lebih kuat.

Dari beberapa peristiwa ledakan-ledakan (*CME, flare, solar proton events*) di Matahari akibat adanya aktivitas Matahari, maka dapat diketahui tingkat kompleksitas bintik Matahari dan aktivitasnya dengan mengklasifikasikan jenis bintik Matahari tersebut. Klasifikasi bintik Matahari yang muncul di daerah aktif di Matahari terdiri dari klasifikasi Mount Wilson (kelas magnet) dan klasifikasi Zurich (kelas *sunspot*). Klasifikasi Mount Wilson (kelas magnet) terdiri dari kelas Alpha, Beta, Delta, Gamma, Beta-Gamma, Beta-Delta, Beta-Gamma-Delta, dan Gama-Delta. Sedangkan klasifikasi Zurich (kelas *sunspot*) terdiri dari kelas A, B, C, D, E, F, H.

Klasifikasi bintik Matahari menunjukkan jenis kelas bintik (*spot-cluster*) sebagai satu kelompok unipolar atau bipolar. Kelompok unipolar digambarkan

sebagai bintik tunggal (*single spot*). Sedangkan kelompok bipolar terdiri dari paling sedikit dua bintik utama (*two principal spots*) dengan jarak setiap bintiknya minimal  $3^\circ$  *heliographic*. Semakin kompleks suatu konfigurasi bintik Matahari, semakin besar kemungkinan terjadinya ketidakstabilan (*instability*) medan magnet sehingga memicu peristiwa *flare* (Adipranata, *et al.*, 2010). Dengan mengklasifikasikan tingkatan kompleksitas bintik Matahari, maka dapat dilihat karakteristik daerah aktif yang kompleks, yaitu yang menghasilkan proton berenergi tinggi. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik daerah aktif di Matahari berdasarkan tingkatan kompleksitas bintik Matahari yang akan menghasilkan *solar proton events*.

Dampak dari aktivitas Matahari yang menghasilkan *solar proton events* yang muncul pada daerah aktif di Matahari salah satunya adalah gangguan sistem satelit. Partikel energetik dari Matahari secara terus menerus akan mempengaruhi satelit. Partikel berenergi tinggi akan menembus komponen elektrik, dan merubah sinyal elektronik yang mengakibatkan informasi yang salah dari satelit, sedangkan partikel dengan energi lebih rendah akan menyebabkan pemuatan pada permukaan satelit. Radiasi ultra violet dari Matahari yang bervariasi secara terus menerus mengubah kerapatan dan temperatur atmosfer dan mempengaruhi orbit dan kala hidup satelit, terutama satelit-satelit orbit rendah, dengan naiknya kerapatan atmosfer dan *atmospheric drag*. Gangguan ini dapat menyebabkan penurunan ketinggian orbit satelit. Sehingga mengakibatkan orbit satelit mengalami degradasi atau bahkan mengalami *re-entry* ke Bumi.

Adapun gangguan sistem satelit akibat sebaran partikel berenergi tinggi bergantung pada beberapa hal, diantaranya posisi satelit di angkasa dan tingkat aktivitas Matahari. Sebagai contoh dampak dari *solar proton events* pada siklus aktivitas Matahari ke-23 yang mengganggu sistem satelit terjadi pada tahun 2003 dimana satelit Midori 2 milik Jepang, pada ketinggian 800 km mengalami kerusakan pada sistem tenaga yang menyebabkan satelit ini kehilangan kontak dengan Bumi. Badan Eksplorasi Ruang Angkasa Jepang (JAXA) menyatakan kemungkinan kerusakan berkaitan dengan semburan partikel dari Matahari.

Setelah diketahui dampak-dampak yang akan terjadi saat *solar proton events* terjadi, diperlukan informasi mengenai aktivitas Matahari, berupa besarnya aktivitas Matahari dan besar kecilnya gangguan yang akan terjadi pada Bumi saat peristiwa tersebut terjadi. Berdasarkan hal itu, penelitian ini dilakukan untuk memprediksikan gangguan yang akan terjadi di Bumi saat peristiwa tersebut terjadi, sehingga dapat dicegah akibat buruk dari peristiwa tersebut, atau setidaknya diminimalisasi dampaknya pada Bumi.

Kondisi di Matahari selalu mengalami perubahan dalam skala pendek (detik, menit, dan 27 harian) dan skala panjang (siklus Matahari 11 tahun), seperti halnya cuaca dan iklim bagi bumi. Aktivitas Matahari bervariasi secara periodik dengan periode rata-rata 11 tahun untuk periode panjang dan periodik sesuai rotasi Matahari dengan periode rata-rata 27 hari (Lean, 1991; dalam Suratno, 2008).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana frekuensi terjadinya *solar proton events* pada siklus aktivitas Matahari ke-23?
2. Bagaimana karakteristik daerah aktif di Matahari yang menghasilkan *solar proton events* pada siklus aktivitas Matahari ke-23?
3. Bagaimana perbandingan daerah aktif di Matahari yang menghasilkan *solar proton events* dengan daerah aktif yang tidak menghasilkan *solar proton events*?

## 1.3 Ruang Lingkup

Penelitian ini membahas karakteristik daerah aktif di Matahari yang menghasilkan *solar proton events* pada siklus aktivitas Matahari ke-23.

Variabel-variabel yang akan diamati pada penelitian ini antara lain berupa:

1. Luas daerah aktif
2. Kelas magnet
3. Kelas *sunspot*
4. Jumlah *sunspot* (bintik Matahari)

Dari keempat variabel yang akan diamati, maka pembahasan ini akan lebih difokuskan pada daerah aktif yang menghasilkan *solar proton events*. Pada penelitian kali ini, penulis menggunakan data aktivitas Matahari pada siklus ke-23 yaitu aktivitas Matahari dari tahun 1997-2006.

## 1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

### 1.4.1 Tujuan penelitian

Tujuan utama dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui frekuensi terjadinya *solar proton events* pada siklus aktivitas Matahari ke-23.
2. Mengetahui karakteristik daerah aktif di Matahari yang menghasilkan *solar proton events* pada siklus aktivitas Matahari ke-23.
3. Mengetahui perbandingan daerah aktif di Matahari yang menghasilkan *solar proton events* dengan daerah aktif yang tidak menghasilkan *solar proton events*.

### 1.4.2 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah agar kita dapat mengetahui karakteristik daerah aktif di Matahari yang mempunyai kemungkinan untuk menghasilkan *solar proton events*. Selain itu, manfaat pengklasifikasian bintik Matahari adalah untuk menganalisis cuaca Antariksa. Sehingga dapat diprediksi dampak-dampak atau gangguan-gangguan yang akan terjadi pada Bumi ketika peristiwa tersebut terjadi. Dengan begitu dapat dicegah atau setidaknya diantisipasi dan diminimalisasi dampak yang akan terjadi pada Bumi saat peristiwa tersebut terjadi.

### 1.5 Metode Penelitian

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif analitik. Adapun data yang diperlukan untuk melakukan penelitian dengan metode deskriptif analitik ini terdiri dari data daerah aktif di Matahari dan data *solar proton events*.

Deskriptif analitik ini dilakukan dengan memperoleh kondisi daerah aktif yang menghasilkan *solar proton events* yaitu luas daerah aktif, kelas magnet, kelas *sunspot*, dan jumlah *sunspot* di daerah tersebut. Selanjutnya akan dibandingkan dengan data daerah aktif yang tidak menghasilkan *solar proton events*, yang meliputi luas daerah aktif, kelas magnet, kelas *sunspot*, dan jumlah *sunspot*, sehingga dapat diketahui perbedaan antara daerah aktif yang menghasilkan *solar proton events* dan daerah aktif yang tidak menghasilkan *solar proton events*.

### 1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di beberapa tempat, yaitu :

- a. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional – LAPAN yang berlokasi di Jalan DR. Djunjunan 133 Bandung, Jawa Barat. Penelitian di Lapan dilakukan setiap 2-3 hari setiap minggunya.
- b. Stasiun Pengamat Dirgantara (SPD) Tanjungsari, Sumedang. Penelitian di SPD Tanjungsari ini dilakukan pada bulan Agustus 2010.