

## ANALISIS PENGARUH FLARE DAN CME TERHADAP INDEKS DST PASCA GERHANA BULAN TOTAL 8 OKTOBER 2014

**Asih Melati\***)

Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

\*Asih Melati, Hp. 085729974126

e-mail: asih.melati@gmail.com

### ABSTRAK

*Peristiwa alam dan saling keterkaitannya menarik untuk dikaji dan diteliti. Gerhana Bulan Total (GBT) pada Rabu, 8 Oktober 2014 merupakan Gerhana bulan ke 42 yang fenomena menarik untuk diamati. Peristiwa ini mengubah beberapa besaran fisika terkait perubahan atmosfernya. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari keterkaitan aktivitas flare dan CME pasca GBT terhadap variasi indeks Dst atmosfer bumi. Dengan mengamati nilai dan klasifikasi Flare akan diperoleh perkembangan variasi medan magnetik pada magnetosfer bumi. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini berupa grafik yang menunjukkan daerah yang sangat aktif sejak 1 November hingga 12 Desember 2014 yaitu kategori daerah 12205. Sebagian besar daerah ini menyemburkan flare kelas M (sebanyak 13 kali) dan kelas X (sebanyak 1 kali). Flare kelas X terkegorikan dalam kelas X1.6 merupakan flare terbesar yang terjadi sepanjang 1 November hingga 12 Desember 2014. Indeks Dst terendah terjadi pada tanggal 10 November dengan nilai -57 nT, nilai ini tergolong dalam kategori flare badai geomagnetik. Penelitian ini menyimpulkan bahwa Aktifitas Flare/CME pasca GBT berpengaruh terhadap indeks Dst Atmosfer*

**Kata kunci:** Atmosfer , Flare, Gerhana Bumi Total, Magnetosfer

### ABSTRACT

*Research and study on natural facts and its association are very interesting. Total Lunar Eclipse occured on October 8<sup>th</sup>, 2014 is the 42<sup>nd</sup> phenomenon of lunar eclipse and it has been effecting properties changes in the atmosphere. This study is aimed at examine the relationship between flare activity and Coronal Mass Ejection (CME) during post Total Lunar Eclipse with variation Dst (Disturbation Storm Time) index of atmosphere. Magnitude and classification Flare was observed from 1<sup>st</sup> November until 12<sup>nd</sup> December 2014. This observation gives information about the growth of variation magnetic field that implies Dst index. Magnetic field variations in the magnetosphere can be recorded realtime. The graph shows the active region on 12205 since 1<sup>st</sup> November - 12<sup>nd</sup> December. Mostly of this region had M-class flare ejects and there was 13 times M flare and once X class. The X-class was categorized as the strogest flares that occurred during 1<sup>st</sup> November until 12<sup>nd</sup> December 2014. Flare activities influence Earth's magnetic field. The lowest Dst index was -57 nT on 10<sup>th</sup> November, this flare was categorized on geomagnetic storms flare. This reseach concluded there was strong relationship between flare activities and CME post TLE with atmospheric Dst index.*

**Keywords:** total lunar eclipses, flare, magnetosfer, atmosfer

## PENDAHULUAN

Gerhana Bulan Total (GBT) yang berlangsung pada hari Rabu, 8 Oktober 2014 merupakan Gerhana Bulan ke 42 dari 72 gerhana dalam seri Saros 127. GBT 8 Oktober 2014 bertepatan dengan (pertengahan) 14 **Dzulhijjah 1435 H.** Bersamaan dengan GBT – 8 Oktober 2014, fasa Bulan Purnama akan berlangsung pada tanggal 8 Oktober 2014 pada jam 17:51 wib. GBT 8 Oktober 2014 dimulai dengan Bulan memasuki kawasan Penumbra pada jam 15:16 wib pertanda tahap gerhana Bulan Penumbra dimulai, 59 menit kemudian disusul Bulan mulai memasuki kawasan Umbra Bumi pada jam 16:15 wib, dan seluruh permukaan Bulan memasuki Umbra Bumi pertanda momen GBT 8 Oktober 2014 dimulai pada jam 17:25 wib, pertengahan Gerhana Bulan Total jam 17:55 wib, kemudian momen GBT berakhir jam 18: 24 wib, Bulan meninggalkan Umbra Bumi jam 19:34 wib dan Bulan meninggalkan kawasan Penumbra pada jam 20:34 wib. Jadi momen GBT berlangsung 59 menit. Pada momen gerhana Penumbra sangat sulit dibedakan antara Bulan Purnama dengan Bulan dalam kawasan Penumbra Bumi, yang sebenarnya sorot cahaya Matahari ke permukaan Bulan berkurang, tidak 100% seperti sorot cahaya Matahari ke permukaan Bulan pada fase Bulan Purnama.

Momen Gerhana Bulan Total dapat disaksikan hampir di seluruh wilayah Indonesia, kecuali di Banda Aceh. Hampir di seluruh wilayah Indonesia Bulan terbit sebelum momen GBT 8 Oktober 2014 berakhir, kecuali di Aceh, bulan terbit di Aceh setelah GBT berakhir. Di seluruh wilayah Indonesia, Bulan terbit dalam keadaan gerhana, namun tidak ada yang bisa menyaksikan seluruh momen GBT 8 Oktober 2014 dari sejak Bulan mulai memasuki kawasan Penumbra maupun Umbra Bumi.

Gerhana ini cukup fenomenal dikarenakan gerhana ini dinamakan juga dengan gerhana

*Blood Moon* karena pada waktu terjadinya gerhana, bulan keseluruhan permukaannya berwarna merah. Tujuan penelitian ini adalah

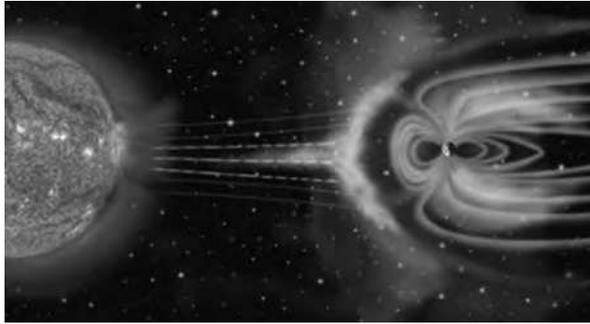
- (1) Mendeskripsikan gejala dan proses GBT 8 Oktober 2014
- (2) menyelidiki keterkaitan flare dan CME dengan indeks Dst
- (3) menyelidiki keterkaitan index Dst dengan perubahan magnetik pada magnetosfer bumi

Adanya medan magnetik permukaan bumi karena inti bumi bagian terluar yang berupa besi bergerak (berotasi). Dengan menggunakan magnetometer ilmuwan mampu menyelidiki medan magnetik bumi sebagai fungsi waktu terhadap jarak latitude maupun longitude. Struktur dan karakteristik magnetosfer bumi tergantung dari beberapa variabel astronomis diantaranya material sumber plasma alam, momentum, periode, letak sumbu x yang dijadikan objek spin, sumbu dipole magnetik, besar dan arah kecepatan aliran angin matahari (*solar wind*) yang terlihat pada saat flare dan CME. Secara teoritis, Jarak terjadinya Flare antara planet dengan matahari dimodelkan dengan metode Jarak Chapman-Feraro ( $R_{CF}$ ) dimana  $R_p$  jarak planet,  $B_{surf}$  medan magnetik di permukaan planet pada equator,  $\rho$  densitas, dan  $V_{sw}$  kecepatan *solar wind* (angin matahari) diformulasikan sebagai berikut :

$$R_{CF} = R_p \left( \frac{B_{surf}^2}{\mu_0 \rho V_{sw}^2} \right) \quad (1)$$

Magnetosfer intrinsik terjadi ketika  $R_{CF} \gg R_p$  atau ketika posisi *solar wind* berlawanan dengan medan magnetik planet. Merkurius, Bumi, Jupiter, Ganymede, Saturnus, Uranus dan Neptunus adalah contoh planet yang memiliki sifat magnetosfer intrinsik. Dan tergolong magnetosfer yang terinduksi ketika  $R_{CF} \ll R_p$  posisi *solar wind* tidak berlawanan dengan medan magnetik planet, solar wind

akan berinteraksi dengan atmosfer atau ionosfer atau permukaan planet secara langsung apabila planet tidak memiliki atmosfer salah satu contohnya adalah Venus.



Gambar 1. Interaksi antara medan magnetik bumi dengan solar wind saat terjadi CME

Pada permukaan ekuator bumi garis medan magnetik sebagian besar bersifat horizontal yang saling menyambung pada lintang tinggi. Tetapi pada letak lintang tinggi itulah medan magnetik bumi menjadi terdistorsi oleh *solar wind* yang berasal dari CME. Kecepatan badai gelombang medan magnetik pada CME di parameterkan dengan indeks disturbance. Indeks disturbance ini diamati berdasarkan skala waktunya sehingga dinamakan Indeks *Disturbance Storm Time* (Dst). Dan Indeks Dst ini sangat mempengaruhi Instabilitas Kelvin-Helmholtz sehingga jika ada putaran angin pada bagian atmosfer berlebih akan sangat berpengaruh khususnya saat terjadi GBT.

Flare merupakan peningkatan kecerlangan secara tiba-tiba pada daerah aktif matahari yang terjadi sangat singkat. Flare terjadi dalam kromosfer. Temperature flare mencapai  $5 \times 10^6$  K. Flare diketahui memancarkan energi disetiap panjang gelombang (spektrum elektromagnetik). Sejumlah energi sangat besar dilepaskan, berupa semburan partikel-partikel berenergi tinggi dalam bentuk CME (*coronal mass ejection*) yang melaju dengan kelajuan sekitar 1.500 km/s dan dapat mempengaruhi lapisan ionosfer bumi. Flare berhubungan dengan medan magnetik yang sangat kuat dan aliran partikel sepanjang garis-garis medan magnet matahari.

Efek flare dapat terjadi dalam beberapa saat. Flare mengemisikan radiasi elektromagnetik dalam semua panjang gelombang. Frekuensi dan intensitas flare berkembang ketika siklus matahari mendekati maksimum dan terkonsentrasi dalam daerah aktif. Flare mula-mula berada pada korona (rendah), dimana energi magnetik meningkat dan tersimpan dalam medan magnet daerah aktif. Tiap detik, fotosfer mengemisikan cahaya dengan sebuah energi yang sedikitnya seratus kali lebih besar dari total energi yang diemisikan flare. Oleh karena itu, hanya flare dengan kekuatan dahsyat yang dapat dideteksi dari kilatan cahaya matahari. Flare pertama kali, tampak seperti cahaya putih, diamati oleh dua orang berkebangsaan Inggris, Richard C. Carrington dan Richard Hodgson (1804-1872), pada September 1859. Sebagaimana yang teramati melalui satelit *Geostationary Operational Environmental Satellites* (GOES). Klasifikasi ini menunjukkan indikasi yang baik pada energi keluaran dan merupakan efek dari flare terhadap bola bumi.

Pada saat siang hari di bumi, medan magnetik ditekan oleh CME secara signifikan sampai pada jarak 65.000 KM. Bagian bumi menunduk hampir 17 KM ketebalannya. Sedangkan pada saat malam hari medan magnetik bumi akan mengembang ke ujung medan magnet dengan perluasan sekitar 6.300.000 KM. Perubahan ini akan menyebabkan ujung medan magnet ini timbul kutub aurora. Ilmuwan NASA berspekulasi bahwa medan magnet bumi akan meruncing membentuk ekor medan magnetik dan menyebabkan badai debu pada permukaan bulan karena adanya perbedaan potensial antara bumi bagian sisi siang dan malam.

Penelitian ini memberikan kontribusi tentang kajian pengaruh perubahan plasma atmosfer pada saat terjadinya GBT dengan aktifitas flare. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari pengaruh flare terhadap

curah hujan yang tidak menentu yang ternyata tidak diketahui secara pengamatan.

## METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengamatan gerhana bulan 15 Oktober 2014 dengan menggunakan teleskop Meade ETX-50 EC. Hasil yang diperoleh kemudian diperhalus dengan software Astro ImageJ. Kemudian, untuk mengetahui pengaruh aktivitas solar flare terhadap magnetosfer bumi diperlukan data mengenai aktivitas matahari dan variasi geomagnet pada magnetosfer. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan pengamatan terhadap aktivitas matahari berupa solar flare melalui SOHO (*Solar and Heliospheric Observatory*) pada situs (<http://sohowww.nascom.nasa.gov>) dan *Yohkoh Solar Observatory* (<http://www/lmsal.com>). Situs ini menjadi referensi sebagian besar data astronomis terkini karena situs ini dipantau dengan menggunakan satelit termutakhir buatan NASA Amerika. Selain situs lain yang mumpuni adalah situs JICA milik negara Jepang.

Data pengamatan ini pernah digunakan oleh Admiranto (2008). Sedangkan pengamatan variasi geomagnet yang digunakan adalah *Disturbance Storm Time* (Dst) yang diperoleh dari situs <http://www.ngdc.noaa.gov/stp/GEOMAG> pengambilan data seperti ini pernah dilakukan oleh Sinambela (2008). Dan data CME (*coronal mass ejection*) sebagai data pendukung diambil dari <http://sidc.oma.be/cactus/catalog.php>.

Data solar flare yang diperoleh dari sumber di atas digunakan untuk mengikuti perkembangan flare. Untuk mengetahui pengaruh flare terhadap aktivitas geomagnet, data variasi geomagnet di dibandingkan dengan besarnya flare yang terjadi pada rentang maksimum 5 hari setelah terjadinya flare. Matahari pada saat ini berada pada siklus ke – 24 dan telah memasuki

tahun ke – 8, artinya aktivitas matahari hampir mencapai minimum, meskipun demikian pemantauan aktivitas matahari harus tetap dilaksanakan. Data flare yang digunakan dalam Penelitian ini diambil pada kelas flare tertinggi dalam waktu satu hari. Tetapi, dalam kerja praktek ini akan kita fokuskan pada flare kelas M dan X yang lebih berpeluang menimbulkan badai geomagnet pada magnetosfer.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini diamati pengamatan gerhana bulan total 8 Oktober 2014 dengan menggunakan teleskop yang dimiliki oleh UIN Sunan Kalijaga dan digabung dengan teleskop JAC (*Jogja Astronomy Club*). Pengamatan berlangsung di lapangan Godean bersama dengan santri-santri pondok pesantren Bina Ummat Godean. Di kota – kota Tanjung Pinang, Palembang, Bandar Lampung, Pangkal Pinang, Pontianak, Semarang, Yogyakarta, Bandung, Serang, Jakarta dan Pelabuhan Ratu dapat menyaksikan momen pertengahan GBT 8 Oktober 2014 yang akan berlangsung pada jam 17:55 wib hingga momen akhir GBT pada jam 18:24 wib.



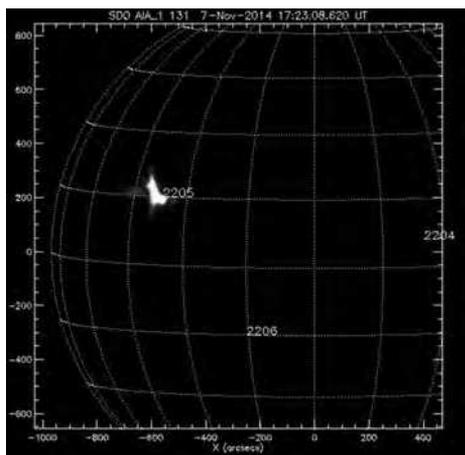
**Gambar 2.** Penampakan GBT 8 Oktober 2014 di pondok pesantren Bina Ummat Godean dari teleskop Meade ETX-50 EC

Pada penampakan itu akan dikaji lebih lanjut pengaruh solar flare yang terjadi. Pada pengamatan solar flare yang dilakukan dengan mengamati solar flare dan data CME pada 2

bulan setelahnya. Perkembangan darah aktif pada matahari sejak 1 November 2014 tergolong rendah. Meskipun pada rentang waktu ini banyak bermunculan Sunspot. Sunspot yang muncul pada bulan ini mencapai rata-rata 70.1 per hari, 28.2 di wilayah utara dan 41.9 di wilayah selatan. Tetapi, bintik-bintik matahari yang muncul menunjukkan sedikitnya medan magnet kompleks. Hal ini tampak dari sedikitnya flare kuat yang terbentuk. Tabel.1 menunjukkan hanya terdapat tiga daerah aktif yang menimbulkan flare besar. Diantaranya adalah daerah aktif 12205, 12209, dan 12222.

**a. Pengaruh Flare dan CME pada indeks Dst**

Daerah aktif 12205 ini tampak aktif sejak 3 November hingga 12 November dan sebagian besar menyemburkan flare kelas M, sebanyak 13 kali, dan kelas X satu kali. Flare kelas X, X1.6, ini merupakan flare terbesar yang terjadi sepanjang 1 November hingga 10 Desember 2014. Flare X1.6 ini terjadi pada 7 November dan mencapai puncaknya pada 17:26 UT dengan posisi N14E36. Flare ini tampak berasosiasi dengan CME (coronal mass ejection) dengan kecepatan rata-rata 9.38 x 10<sup>5</sup> m/s dan meluas dengan sudut 360°. Dari segi posisi, flare ini kemungkinan kecil memberi pengaruh terhadap medan magnet bumi. Tetapi, dengan terjadinya peristiwa CME dengan sudut penyebaran mencapai 360° gangguan tersebut menjadi sangat mungkin terjadi.



Gambar 3. Flare pada 10 November 2014

**Tabel 1.** Flare – flare kelas M dan X pada rentang waktu 1 November sampai 10 Desember 2014

Tanggal	Waktu (Ut)			Kelas	Daerah	Posisi
	Mulai	Maks.	Akhir			
1-Nov-14	Tidak ada Flare					
2-Nov-14	Tidak ada Flare					
3-Nov-14	11:23	11:53	12:17	M2.2	12205	N17E89
	22:15	22:40	22:53	M6.5	12205	N14E89
4-Nov-14	7:59	8:38	08:51	M2.6	12205	N13E89
	8:52	9:18	09:35	M2.3	12205	N14E89
5-Nov-14	9:26	9:47	9:55	M7.9	12205	N15E69
	18:50	19:44	20:15	M2.9	12205	N16E70
6-Nov-14	21:53	22:16	22:34	M2.5	12205	S09W80
	3:32	3:46	4:02	M5.4	12205	S85E15
	1:29	1:39	1:54	M3.2	12205	N14E58
7-Nov-14	2:05	2:49	3:32	M2.7	12205	N14E36
	4:12	4:25	4:38	M2.0	12205	N14E11
	10:13	10:22	10:30	M1.0	12205	N17E44
	16:53	17:26	17:34	X1.6	12205	N14E36
8-Nov-14	Tidak ada Flare					
9-Nov-14	15:24	15:32	15:38	M2.3	12205	N14E11
10-14 Nov 14	Tidak ada flare					
15-Nov-14	11:40	12:03	12:10	M3.2	12209	S11E62
	20:38	20:46	20:50	M3.7	12209	S14E63
16-Nov-14	17:35	17:48	17:57	M5.7	12209	S12E46
17-30 Nov 14	Tidak ada flare					
1-Dec-14	6:26	6:41	6:59	M1.8	12222	S22E17
2-3 Dec 14	Tidak ada Flare					
4-Dec-14	8:00	8:10	8:21	M1.3	12222	S20W26
	18:08	18:25	18:56	M6.1	12222	S20W31
	19:38	19:41	19:44	M1.3	12222	S21W28
5-Dec-14	11:33	12:25	12:47	M1.5	12222	S23W41
6-10 Dec 14	Tidak ada Flare					

Pada tabel diatas merupakan tampilan terjadi nya Flare dari tanggal 1 November – 12 Desember 2014. Dari Grafik diatas dapat diketahui kelas flare , posisi flare dan Daerah terjadi nya Flare di Matahari. Kelas Flare sendiri dibagi menjadi 3 kelas yaitu A,B,C, M dan X.

**Tabel 2.**

Perbedaan dari masing-masing kelas Flare.

Klasifikasi	Ketinggian Flux flare pada skala 100-800 Picometer (Watt/m <sup>2</sup> )
A	<10 <sup>-7</sup>
B	10 <sup>-7</sup> -10 <sup>-6</sup>
C	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-5</sup>
M	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-4</sup>
X	10 <sup>-4</sup> -10 <sup>-3</sup>
Z	>10 <sup>-3</sup>

Sedangkan daerah menunjukkan informasi keberadaan daerah sunspot aktif tempat terjadinya Flare. Pada matahari tiap daerahnya sudah diberi lambang internasional tersendiri dengan kesepakatan universal. Dan posisi menunjukkan letak geografisnya (lintang dan bujur), misal N14E36 artinya berada pada Lintang Utara (*North*) 14 derajat dan Bujur Timur (*East*) 36 derajat.

Masing-masing kelas Daerah aktif 12209 tampak tidak banyak menimbulkan flare dan memiliki masa aktif yang relatif singkat. Flare M5.7 adalah flare terbesar yang terjadi selama daerah ini aktif sejak 13 November 2014 pada posisi S12E46. Pada rentang 1 – 10 Desember flare terbesar terjadi pada kelas M6.1 terjadi pada 4 Desember dan mencapai puncaknya pada 18:25 UT pada daerah 12222 dengan posisi S20W31. Flare 12222 ini tampak aktif sejak 27 November hingga 7 Desember. Posisi terjadinya flare 12222 ini termasuk posisi yang sangat mungkin menyebabkan gangguan terhadap medan magnet bumi karena keberadaannya dekat dengan equator dan berada di sebelah barat meridian. CME yang memacu adanya Flare mengakibatkan Indeks Dst pada saat ini mengalami penurunan. Ini menunjukkan adanya pengaruh daerah aktif 12222 terhadap medan magnet bumi. Meskipun tidak menimbulkan badai geomagnetik kuat. Perkembangan variasi medan magnetik pada magnetosfer secara umum tergolong rendah. Hal ini dapat dilihat dari Dst minimum yang terjadi selama rentang waktu 1 November hingga 10 Desember 2014 (-57 nT, pada 10 November jam 18:00 UT). Dengan kata lain, sepanjang kurun waktu tersebut tidak terdapat peristiwa badai geomagnetik kuat, hanya badai geomagnetik sedang dan lemah. Karakteristik gangguan medan magnetik dapat dikatakan sebagai badai geomagnetik kuat ketika indeks Dst mencapai -100 nT. Sedangkan khusus pada rentang waktu 1 - 10 Desember indeks Dst minimum hanya mencapai -39 nT. Ini

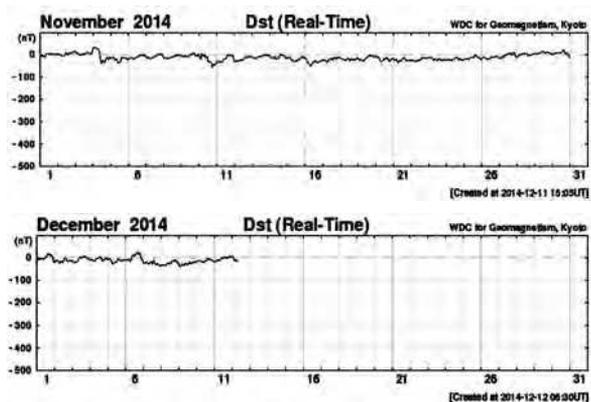
menunjukkan bahwa hanya terjadi badai magnetik lemah sepanjang rentang waktu tersebut.

Dari kedua peristiwa flare tertinggi, masing-masing pada bulan November dan awal bulan Desember tampak flare yang terjadi pada tanggal 7 November baru berpengaruh sebagai badai geomagnetik sedang pada 10 November dan flare yang terjadi pada 4 Desember baru berpengaruh sebagai badai geomagnetik lemah pada 7 Desember.

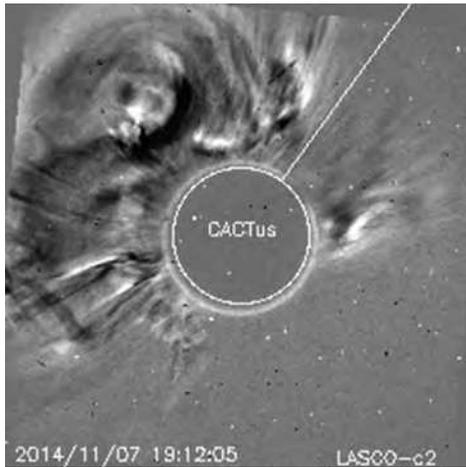
#### b. Keterkaitan Indeks Dst (*Disturbation Strom Time*) dengan magnetik magnetosfer bumi

Dari Persamaan matematis No.1 secara teoritis menyimpulkan bahwa jarak Flare dengan planet akan menyebabkan perubahan medan magnetik yang pada akhirnya akan mempengaruhi *Disturbation Strom* nya. Rendahnya indeks Dst pada 7 November (-57 nT) yang menyebabkan badai geomagnetik sedang ini merupakan akibat dari flare yang terjadi pada 4 November. Kenyataan ini diperkuat dengan peristiwa CME (*Coronal Mass Ejection*) setelah terjadinya flare (17:26 UT) pada posisi daerah aktif yang sama. Dari data pengamatan didapatkan bahwa flare pada saat tersebut mulai aktif sejak 16:53 sampai 17:34 UT. Dan CME berlangsung sejak 17:36 hingga 21:12.

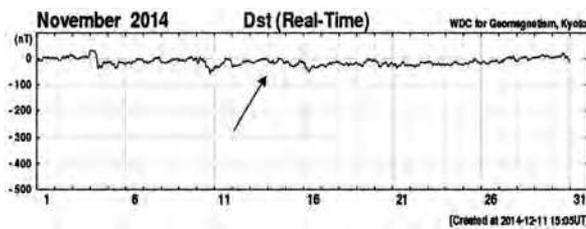
Setelah didapatkan data indeks Dst akan ditampilkan data indeks Dst secara real time seperti dibawah ini.



Gambar 4. Grafik Indeks Dst (*Disturbation Storm Time*) 1 November – 12 Desember 2014



Gambar 5. CME yang berasosiasi dengan flare X1.6 pada 7 November



Gambar 6. Tanda panah menunjukkan penurunan indeks Dst (-57 nT) yang berimplikasi pada badai geomagnetik sedang.

Pada 4 Desember meskipun flare M6.1 yang terjadi tidak berasosiasi dengan peristiwa CME tetapi karena keberadaan flare pada daerah yang sangat memungkinkan terjadinya gangguan terhadap medan magnet bumi maka besar kemungkinan terjadi gangguan terhadap medan magnet bumi. Gangguan ini tampak dari penurunan indeks Dst pada 7 Desember yang mengindikasikan adanya badai geomagnetik lemah. Badai geomagnetik lemah ini diakibatkan oleh semburan radio (*radio burst*) yang dipicu oleh flare.

Delay waktu terjadinya peristiwa flare dengan terjadinya badai geomagnetik disebabkan oleh perjalanan partikel CME yang disebabkan oleh flare jauh lebih lambat dari kecepatan cahaya. Peristiwa badai geomagnetic tidak semata-mata disebabkan oleh flare atau CME saja. Akan tetapi banyak peristiwa antariksa lain yang bisa menyebabkan badai geomagnetik, seperti

c. Efek Badai Geomagnetik Pada Ionosfer dan Perangkat Elektronik

Solar flare berenergi tinggi dapat memecah medan magnet bumi dan menyebabkan masuknya partikel-partikel yang dilontarkan oleh CME masuk kedalam atmosfer atas bumi lebih jauh dan memberikan gangguan terhadap lapisan ionosfer. Tetapi, gangguan ini tidak mungkin terjadi dengan flare-flare kelas rendah yang terbentuk dipermukaan matahari. Gangguan terhadap lapisan ionosfer ini seperti yang terjadi pada *October event* dan *November event* pada 2003. Dua peristiwa yang mengejutkan ini terjadi saat matahari memasuki fase menurun, aktivitasnya pada siklus matahari 23.

Admiranto dan Wellyanita (2008) melakukan pengamatan terhadap daerah aktif, NOAA10486, yang muncul di permukaan matahari sejak 18 Oktober hingga 5 November 2003 dan didapat bahwa aktivitas daerah aktif tersebut sangat aktif meskipun berada pada fase menurun. Selama perjalanan matahari di permukaan yang menghadap ke bumi, daerah aktif ini tercatat menyemurkan flare sebanyak 58 kali, tiga diantaranya flare kelas X, X17.2, X10.1, dan X28, dan X28 merupakan flare terbesar sepanjang sejarah pengamatan menggunakan sinar X. Ketiga flare besar tersebut juga member pengaruh yang besar terhadap medan magnet bumi sebagai badai geomagnetik. Berikut tabel peristiwa terjadinya flare dan waktu terjadinya badai geomagnetik.

Tabel 3. Tabel peristiwa flare dan pengaruhnya sebagai badai geomagnetik pada Oktober 2003

Kelas Flare	Waktu Peristiwa			
	Flare		Badai Geomagnetik	
	Tanggal	Waktu	Tanggal	Waktu
X17.2	28 Okt	05:57 UT	29 Okt	06:15 UT (-363 nT)
X10.1	29 Okt	09:51 UT	30 Okt	16:30 UT (-401 nT)

Sementara itu, Yatini (2008) mengidentifikasi badai geomagnetik yang terjadi pada 29 dan 30 Oktober tersebut dan mendapatkan bahwa keduanya disebabkan oleh CME yang berasosiasi dengan flare. CME pertama terjadi pada 11:30 UT pada 28 Oktober dan yang kedua pada 20:54 UT pada 29 Oktober. CME pertama berasosiasi dengan flare kelas X17.2 (S16E08) dan CME kedua berasosiasi dengan flare kelas X10.1 (S15W02). *October event* ini menyebabkan badai ionosfer positif (1-2 November) yang kuat yang terkait dengan peristiwa flare pada 29 Oktober 2003 dan kembali normal pada 3 November 2003 (Sinambela, 2008). Lebih jauh Sinambela menyebutkan bahwa peristiwa badai ionosfer ini menyebabkan kesalahan pada receiver GPS sebesar 3.56 m. Dan *November event* (18 - 23 November 2003) juga menyebabkan badai ionosfer melalui mekanisme kopling magnetosfer-ionosfer dan menyebabkan kesalahan pada receiver GPS sebesar 3.82 m.

Badai ionosfer dapat terjadi secara bersamaan ketika terjadi badai geomagnetik kuat, dengan selang waktu kurang dari satu jam hingga paling lama 4 jam (Lusiana, et al, 2011). Lebih lanjut Lusiana menjelaskan bahwa kejadian badai ionosfer yang dimulai bersamaan hingga 10 jam kemudian setelah badai geomagnetik, diamatai dalam kasus badai geomagnetik menengah (sedang) dan kejadian badai geomagnetik yang terjadi setelah 10 jam pasca kejadian badai geomagnetik hanya dijumpai pada badai geomagnetik lemah. Sebagaimana telah disebutkan di atas badai ionosfer menyebabkan terganggunya sistem GPS. Pada dasarnya semua perangkat elektronik dan telekomunikasi yang memanfaatkan lapisan ionosfer sebagai media pemantul akan . Sumbangsih dari penelitian ini melengkapi referensi beberapa keraguan tentang keterkaitan peristiwa alam yang berupa peristiwa pasca gerhana bulan total yang berimplikais ke pada perubahan index Dst.

Keterbatasan pada penelitian ini adalah tidak dilakukannya pengamatan Flare terbaru pada saat terjadinya hari H GBT dan seminggu setelahnya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Pada penelitian ini disimpulkan bahwa Flare dan CME berpengaruh terhadap perubahan index Dst pasca GBT 8 Oktober 2014 walaupun Fkare ini masih tergolong Flare kelas sedang yang tidak menjadikan badai geomagnetik besar. Dan Perubahan index Dst tersebut secara tidak langsung bisa diamati dengan perubahan magnetik yang terjadi pada magnetosfer Bumi. Pengamatan solar flare dalam penelitian ini terfokus kepada tiga daerah aktif, 12205, 12209, dan 12222. Ketiga daerah inilah yang menghasilkan flare kelas M dan X selama rentang waktu 1 November hingga 10 Desember 2014. Daerah aktif 12205 menghasilkan 13 flare kelas M dan 1 flare kelas X, daera aktif 12209 menghasilkan 2 flare kelas M, dan daerah aktif 12222 menghasilkan 5 flare kelas M.

Aktivitas flare-flare dari ketiga daerah aktif ini tampak memberi pengaruh terhadap medan magnet bumi selama rentang waktu tersebut di atas, indeks Dst terendah hanya mencapai -57 nT pada 10 November yang masuk dalam kategori badai geomagnetik sedang. Flare-flare kelas besar, sebagaimana yang telah diteliti oleh Wilson Sinambela (2008) mampu mempengaruhi perangkat elektronik dan telekomunikasi. Dan gangguan ini pada dasarnya disebabkan terganggunya lapisan ionosfer. Baik secara langsung maupun melalui mekanisme kopling magnetosfer-ionosfer.

### B. Saran

Setelah melihat hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat dikemukakan saran yaitu pengamatan Flare dan CME sebaiknya

dilakukan setelah Hari HGBT sampai seminggu setelahnya. Sehingga signifikansi angka matematis yang terlibat dalam perhitungan indeks Dst dan Jarak Flare bisa diketahui dengan pasti.

#### DAFTAR PUSTAKA

Admiranto, G dan Wellyanita, 2008, *Flare Tanggal 29-30 Oktober 2003 di Daerah Aktif NOAA 10486 dan Dampaknya pada Medan Magnet Bumi*, Buku Ilmiah Matahari dan Lingkungan Antariksa, hal 31, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional 2008, ISBN:978-979-1458-14-6

<http://sidc.oma.be/cactus/catalog.php>. diakses tanggal 1 November 2014

<http://www.ngdc.noaa.gov/stp/GEOMAG> diakses tanggal 1 November 2014

<http://www/lmsal.com> diakses tanggal 1 November 2014

Kane, R.P, *Strong Solar Flare, Weak Geoeffectiveness*, Indian Journal of radio & Space Physics Vol 41, December 2012, pp.557-578

Raharjo, Moedji, Gerhana matahari dan bulan dalam sebuah catatan, <http://personal.itb.ac.id> diakses tanggal 1 Oktober 2014

Sinambela, Wilson, 2008. *Pengaruh Aktivitas Matahari pada Variasi Curah Hujan di Indonesia*, Jurnal Sains Dirgantara, Vol 5, No 2, Juni 2008, hal.149, ISSN:1412-808X

Sinambela, Wilson, *Aktivitas Matahari Ekstrem Oktober-November 2003 dan Dampaknya pada Geomagnet dan Ionosfer*, Buku Ilmiah Matahari dan Lingkungan Antariksa, hal 53, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional 2008 ISBN:978-979-1458-14-6

Yatini, 2008 *Corotating Interaction Region Pada Angin Surya yang Menyebabkan Badai Geomagnet*, Buku Ilmiah Matahari dan Lingkungan Antariksa, hal 27, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional 2008 ISBN:978-979-1458-14-6