

HUBUNGAN LUAS DAN TEMPERATUR UMBRA *SUNSPOT* MENGGUNAKAN *SOFTWARE INTERACTIVE DATA LANGUAGE (IDL)*

Dian Ameylia Sushanti¹⁾, Bambang Setiahadhi P.²⁾, Sutrisno³⁾
Universitas Negeri Malang

Email: dian.ameylia12@gmail.com

^{1),2),3)} Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Malang

Abstrak: Matahari merupakan pusat Tata Surya. Matahari juga merupakan sebuah bintang, karena memancarkan cahayanya sendiri. Matahari memiliki diameter sekitar 1.392.684 Km atau kira-kira 109 kali diameter Bumi.

Salah satu aktivitas Matahari yang dapat diamati adalah Bintik Matahari (*Sunspot*). Bintik Matahari (*sunspot*) adalah bagian dari permukaan Matahari (fotosfer) yang dipengaruhi oleh aktivitas magnetik hebat yang mengakibatkan terhambatnya konveksi sehingga membentuk daerah yang bersuhu lebih dingin. *Sunspot* memiliki suhu sekitar 4000-5000°K, berbeda dengan materi di sekelilingnya mengakibatkan daerah ini tampak sebagai titik-titik gelap. Hal tersebut dikarenakan intensitas sebuah benda hitam yang dipanasi adalah sama dengan temperatur berpangkat empat. Pada *sunspot* terdapat daerah yang paling gelap di bagian inti yang disebut dengan umbra. Pada bagian ini memiliki medan magnet yang paling kuat. Sedangkan, bagian yang lebih terang yang berada disekeliling umbra disebut penumbra.

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode deskriptif. Metode deskriptif yaitu suatu penelitian yang bertujuan memberikan gambaran tentang realitas pada objek yang diteliti secara objektif. Peneliti mengukur intensitas umbra *sunspot* dan intensitas fotosfer menggunakan *software Interactive Data Language (IDL)*. Menghitung temperatur umbra *sunspot* berdasarkan intensitas umbra *sunspot* dan intensitas fotosfer. Serta menghitung luas umbra *sunspot* dengan mengasumsikan bahwa umbra *sunspot* berbentuk elips.

Hasil data yang diperoleh kemudian dianalisis dan diplot dalam grafik. Pada data luas umbra *sunspot* dibandingkan antara luas umbra sebelum dikalikan dengan faktor koreksi dengan luas umbra yang telah dikalikan dengan faktor koreksi. Dari hasil data yang telah dianalisis didapat bahwa ketika luas umbra semakin besar, maka temperatur juga akan bernilai besar.

Kata Kunci: Matahari, Luas, Temperatur, Umbra *Sunspot*

Abstract: The Sun is the center of the Solar System. The Sun is also called a star because it emits its own light. Its diameter is about 1.392.684 km or approximately 109 times of the Earth's diameter.

One of the Sun's activity that can be observed is Sunspot. Sunspots are parts of the solar surface (photosphere) which are influenced by the great magnetic activity that results convection inhibition to form cooler areas. The temperature of Sunspots is about 4000-5000 K which is different from its surrounding materials and it makes this area appear as dark dots. This happens because the intensity of a heated black body is equal to rank-four temperature. In the Sunspot, there are darkest parts in its core and these darkest parts are called umbra. These parts have the most powerful magnetic field. Meanwhile, the lighter part around the umbra is called penumbra.

The research method used in this study is descriptive method. This method aims to provide a real picture of the object that is investigated objectively. The researcher measured the intensity of the sunspot umbra and the photosphere by using Interactive Data Language (IDL) software, calculated the temperature of sunspot umbra based on the intensity of sunspot umbra and the photosphere, and calculated the area of sunspot umbra by assuming that the sunspot umbra is elliptical.

The results of the obtained data were analyzed and plotted in the graph. In the data, the sunspot umbra area before being multiplied by the correction factor is compared to the sunspot umbra area after being multiplied by the correction factor. From this data analysis, it is known that the wider the umbra is, the higher the temperature is.

Key Words: Sun, Width, Temperature, Umbra Sunspot

PENDAHULUAN

Matahari merupakan pusat dari Tata Surya. Memiliki bentuk hampir bulat, terdiri dari plasma panas bercampur medan magnet. Matahari merupakan sebuah bintang, karena Matahari memancarkan cahayanya sendiri. Matahari memiliki diameter sekitar 1.392.684 km atau kira-kira 109 kali diameter Bumi. Matahari berwarna putih, namun tampak berwarna kuning jika dilihat dari permukaan Bumi. Hal tersebut dikarenakan adanya peleburan cahaya biru di atmosfer. Matahari telah menghangatkan Bumi selama milyaran tahun. Sebagian besar energi yang digunakan di Bumi berasal dari Matahari.

Aktivitas Matahari yang dapat diamati dari Bumi adalah aktivitas yang terjadi pada lapisan fotosfer, kromosfer, dan korona Matahari. Pada Matahari terjadi fenomena-fenomena yang disebut sebagai aktivitas Matahari seperti timbul badai Matahari (*flare*) dan bintik Matahari (*sunspot*). Badai Matahari (*flare*) terjadi pada kromosfer Matahari. *Flare* merupakan ledakan yang terjadi di Matahari akibat bertemunya dua atau lebih garis-garis gaya magnet yang saling berlawanan sehingga timbul rekoneksi. *Flare* dapat memancarkan radiasi gelombang yang dapat menimbulkan kerusakan pada satelit yang terpasang di antariksa, karena mungkin terkena efek dari badai Matahari (*flare*).

Selain badai Matahari (*flare*), Matahari juga mengalami bintik Matahari (*sunspot*). Bintik Matahari (*sunspot*) adalah bagian dari permukaan Matahari (fotosfer) yang dipengaruhi oleh aktivitas magnetik hebat yang mengakibatkan terhambatnya konveksi sehingga membentuk daerah yang bersuhu lebih dingin. *Sunspot* memiliki suhu sekitar 4000-5000 K, berbeda dengan materi di sekelilingnya yang berkisar sekitar 5800 K mengakibatkan daerah ini tampak jelas sebagai titik-titik gelap. Hal tersebut dikarenakan intensitas sebuah benda hitam yang dipanasi adalah sama dengan T (temperatur) berpangkat empat. Pada *sunspot* terdapat daerah yang

paling gelap di bagian inti yang disebut dengan umbra. Pada bagian ini memiliki medan magnet yang paling kuat. Sedangkan, bagian yang lebih terang yang berada disekeliling umbra disebut penumbra. *Sunspot* memiliki siklus 11 tahunan. *Sunspot* melepaskan energi listrik dan mengirimkan pancaran-pancaran elektron bermuatan negatif yang dilontarkan ke ruang angkasa [8].

Satu grup *sunspot* terdiri dari puluhan *spot* dengan berbagai ukuran. Setiap grup memiliki jangka hidup yang beragam, mulai dari beberapa hari (grup *sunspot* dengan anggota *sunspot* kecil) hingga beberapa bulan (grup *sunspot* dengan anggota *sunspot* besar). Oleh karena itu, grup *sunspot* dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelas. Terdapat dua klasifikasi grup *sunspot*. Pertama, klasifikasi Zurich yang dikemukakan oleh Waldmeier pada tahun 1955. Klasifikasi tersebut berdasarkan atas kondisi karakteristik yang dilewati oleh grup *sunspot* selama proses perkembangannya dan penurunannya. Klasifikasi Zurich dibagi dalam sembilan kelas, yaitu kelas A,B,C,D,E,F,G,H, dan J.

Kedua, klasifikasi McIntosh yang adalah klasifikasi grup *sunspot* yang merupakan perubahan dan penyempurnaan dari klasifikasi Zurich. Klasifikasi McIntosh menggunakan penulisan tiga huruf, yaitu "Zpc". Huruf pertama "Z" merupakan modifikasi dari klasifikasi Zurich. Huruf kedua "p" menunjukkan bentuk penumbra pada *spot* yang terbesar di dalam grup. Kemudian huruf ketiga "c" menunjukkan distribusi *sunspot* yang membentuk grup.

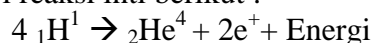
Penelitian ini dilakukan dengan empat tujuan. Tujuan yang pertama adalah mengukur luas umbra *sunspot*. Kedua mengukur intensitas umbra pada *sunspot* dan intensitas fotosfer menggunakan *software* IDL. Ketiga menghitung temperatur umbra *sunspot* berdasarkan pengukuran intensitas umbra pada *sunspot* dan intensitas fotosfer dan keempat menghubungkan antara luas umbra *sunspot* dengan temperatur.

KAJIAN PUSTAKA

1. Matahari

Matahari terbentuk sekitar 4,6 milyar tahun yang lalu akibat peluruhan gravitasi suatu wilayah di dalam sebuah awan molekul besar. Bentuknya nyaris bulat dan terdiri dari plasma panas bercampur medan magnet [4]. Matahari adalah bintang, karena Matahari memancarkan cahaya yang dihasilkan sendiri. Matahari adalah bintang yang paling dekat dengan Bumi. Jarak rata-rata antara Bumi dan Matahari adalah 1 AU (*Astronomical Unit*) atau dapat dinyatakan sebagai Satuan Astronomi. 1 AU senilai dengan $1,496 \times 10^8$ km, atau setara dengan 150 juta km. Dengan mengetahui nilai dari 1 AU, maka diperoleh massa Matahari sebesar $1,990 \times 10^{30}$ kg. Atau dibulatkan menjadi 2×10^{30} kg. Massa Matahari senilai dengan 333.000 kali massa Bumi atau 1000 kali massa Jupiter [7]. Diameter Matahari sekitar 14×10^5 km atau senilai dengan 109 kali diameter Bumi.

Matahari terbentuk dari gas hidrogen dan helium. Senyawa penyusun lainnya terdiri dari besi, nikel, silikon, sulfur, magnesium, karbon, neon, kalsium, dan kromium. Cahaya Matahari berasal dari hasil reaksi fusi hidrogen menjadi helium. Transformasi (perubahan) hidrogen menjadi helium, menghasilkan energi matahari dari reaksi inti berikut :



2. Struktur Matahari

Matahari memiliki enam lapisan yang masing-masing memiliki karakteristik tertentu. Berdasarkan letaknya keenam lapisan tersebut dibedakan kembali menjadi dua yaitu lapisan luar dan lapisan dalam. Lapisan dalam terdiri dari inti Matahari, lapisan radiatif dan lapisan konvektif. Sedangkan lapisan luar terdiri dari fotosfer, kromosfer, dan korona.

a. Inti adalah area terdalam dari Matahari yang merupakan tempat terjadinya reaksi fusi nuklir (termonuklir) dari hidrogen menjadi helium. Matahari memiliki temperatur sekitar 15 juta derajat Celcius. Berdasarkan perbandingan diameter, bagian inti

berukuran seperempat jarak dari pusat ke permukaan dan 1/64 total volume Matahari. Kepadatannya sekitar 150 gr/cm^3 .

- b. Zona radiatif merupakan daerah yang menyelubungi inti Matahari. Energi yang berasal dari inti Matahari akan berkumpul di daerah ini melalui radiasi sebelum diteruskan ke lapisan yang lebih luar (zona konvektif). Lapisan radiatif memiliki temperatur 8×10^3 K di perbatasan dengan inti dan 5×10^5 K di perbatasan dengan lapisan konvektif. Lapisan radiatif kurang lebih dibawah 0,7 radius Matahari, material Matahari cukup panas dan padat sampai-sampai radiasi termal adalah cara utama untuk mentransfer energi dari inti. Lapisan ini tidak diatur oleh konveksi termal, tetapi temperturnya turun dari kira-kira 7 juta ke 2 juta K seiring bertambahnya jarak dari inti.
- c. Zona Konvektif merupakan lapisan terluar Matahari, dari permukaannya sampai kira-kira 200.000 km dibawahnya (70% radius Matahari dari pusat), temperturnya lebih rendah daripada di lapisan radiatif. Pada lapisan ini temperatur mulai menurun. Suhu pada lapisan konvektif sekitar 2 juta °C. Saat berada pada zona konvektif, pergerakan atom akan terjadi secara konveksi di area sepanjang beberapa ratus kilometer yang tersusun dari sel-sel gas raksasa yang terus bersirkulasi. Zona konvektif juga disebut dengan zona pendidihan (*the boiling zone*).
- d. Fotosfer berupa gas yang tebalnya hanya 100 km dengan suhu sekitar 5.500 derajat Celcius. Lapisan ini memancarkan cahaya yang sangat kuat. Oleh karena itu, fotosfer juga disebut lapisan cahaya. Lapisan ini bergolak seperti laut penuh badai yang disebabkan oleh kantong-kantong gas panas yang terus menerus bergelembung ke atas dari bagian dalam. Hal ini menyebabkan permukaannya terlihat berbercak-bercak, suatu efek yang dikenal sebagai granulasi [7].

- e. Kromosfer adalah lapisan gas di atas fotosfer yang tebalnya sekitar 16.000 km. Oleh karena itu, kromosfer sering disebut sebagai lapisan atmosfer Matahari. Temperatur kromosfer diperkirakan sekitar 4.000 K makin ke atas temperatur kromosfer makin tinggi. Pada lapisan yang paling atas temperatur kromosfer diperkirakan mencapai 10.000 K. Warna dari kromosfer tidak terlihat karena tertutup oleh cahaya sangat terang yang dihasilkan fotosfer. Kromosfer dapat dilihat ketika terjadi gerhana Matahari total, dimana Bulan menutupi fotosfer. Bagian kromosfer akan terlihat seperti bingkai berwarna merah disekeliling Matahari, yang disebabkan oleh tingginya kandungan helium pada kromosfer.
- f. Korona merupakan lapisan terluar dari Matahari. Lapisan ini berwarna putih, namun hanya dapat dilihat saat terjadi gerhana, karena cahaya yang dipancarkan tidak sekuat bagian Matahari yang lebih dalam. Korona yang menyebar di sekeliling Matahari dapat terlihat pada saat terjadi gerhana Matahari (total), meluas jutaan kilometer dari Matahari seperti “karangan bunga sinar” yang merupakan perpanjangan dari atmosfer dibawahnya yaitu fotosfer dan kromosfer yang penuh dengan aktivitas medan magnet.

3. Pergerakan Matahari

Matahari berotasi pada sumbunya selama 27 hari untuk mencapai satu putaran. Gerakan rotasi dapat diketahui melalui pengamatan terhadap perubahan posisi bintik Matahari (*Sunspot*). Sumbu rotasi Matahari miring sejauh $7,25^\circ$ dari sumbu orbit Bumi. Matahari tidak berbentuk bola padat, melainkan suatu bola gas, sehingga matahari tidak berotasi dengan kecepatan yang seragam. Bagian ekuatorial memerlukan waktu rotasi sekitar 27 hari, sedangkan bagian kutubnya berotasi sekitar 30 hari.

4. Ciri Khas Matahari

Matahari memiliki beberapa bagian yang menjadikannya sebagai suatu ciri khas

yang hanya dimiliki matahari. Ciri khas tersebut antara lain seperti bintik matahari (*sunspot*).

- 1) Bintik Matahari adalah granula-granula cembung kecil yang ditemukan di bagian fotosfer Matahari yang dipengaruhi oleh aktivitas magnetik hebat yang mengakibatkan terhambatnya konveksi dengan jumlah yang tidak terhitung. Bintik matahari tercipta saat garis medan magnet Matahari menembus bagian fotosfer. Bagian matahari memiliki daerah gelap bernama umbra yang dikelilingi oleh daerah yang lebih terang yang disebut penumbra. Warna bintik matahari terlihat lebih gelap karena suhunya yang jauh lebih rendah dari fotosfer. Suhu daerah umbra sekitar 2.200°C , sedangkan suhu daerah penumbra adalah 3.500°C [7].

5. Radiasi Benda Hitam

Benda hitam merupakan penyerap semua radiasi elektromagnet yang mengenainya, atau mengemisi semua radiasi elektromagnet yang dimilikinya. Berdasarkan termodinamika, temperatur dipengaruhi atau bergantung pada distribusi panjang gelombang spektrumnya, bukan dipengaruhi oleh jenis bahan hitam. Semua cahaya yang dipancarkan oleh benda hitam merupakan disebut dengan radiasi benda hitam.

Radiasi benda hitam adalah radiasi elektromagnetik yang dipancarkan oleh sebuah benda hitam. Radiasi ini menjangkau seluruh daerah panjang gelombang. Distribusi energi pada daerah panjang gelombang ini memiliki ciri khusus, yaitu suatu nilai maksimum pada panjang gelombang tertentu. Letak nilai maksimum tergantung pada temperatur yang akan bergeser ke arah panjang gelombang pendek seiring dengan meningkatnya temperatur.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, yaitu suatu penelitian yang bertujuan memberikan gambaran tentang realitas pada objek yang

diteliti secara objektif. Adapun pada penelitian ini yang dilakukan yaitu mengambil gambar umbra *sunspot* kemudian dikonversi kedalam *software* IDL. Kemudian dari gambar tersebut dihitung luas umbra *sunspot* dan intensitas umbra *sunspot* untuk mengetahui temperatur umbra *sunspot* menggunakan *software* IDL.

Penelitian ini juga dilakukan dalam beberapa tahapan dalam pengambilan data :

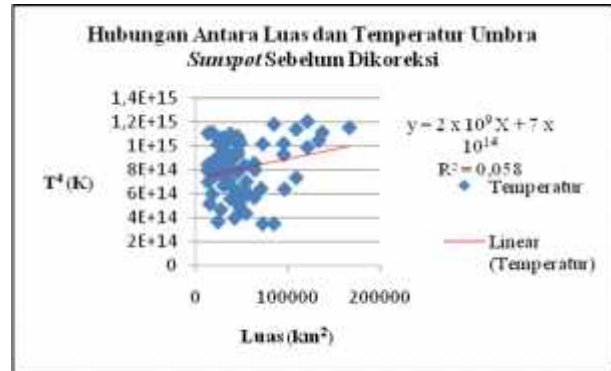
1. Mengambil beberapa gambar *sunspot*.
2. Mengkonversi gambar dalam bentuk *jpeg*.
3. Mengkonversi gambar dalam bentuk *greyscale*.
4. Mengkonversi data *sunspot* ke dalam *software* IDL.

Adapun tahapan dalam analisis data adalah sebagai berikut :

1. Menentukan intensitas fotosfer dengan menggunakan *software* IDL.
2. Menentukan intensitas umbra *sunspot* dengan menggunakan *software* IDL.
3. Menentukan luas umbra *sunspot* dengan menggunakan *software* IDL.
4. Memasukkan data yang diperoleh (intensitas fotosfer dan intensitas umbra *sunspot*) ke dalam Ms. Excel untuk menghitung temperatur umbra *sunspot*.
5. Memasukkan data yang diperoleh (empat titik dari empat sisi umbra *sunspot*) ke dalam Ms. Excel untuk menghitung luas umbra *sunspot*.
6. Membuat grafik hubungan antara luas dengan temperatur umbra *sunspot*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hubungan Antara Luas Umbra *Sunspot* dengan Temperatur
 - a. Sebelum Dikoreksi



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Luas dengan Temperatur Umbra *Sunspot* Setelah Dikalikan Faktor Koreksi

- b. Setelah Dikoreksi

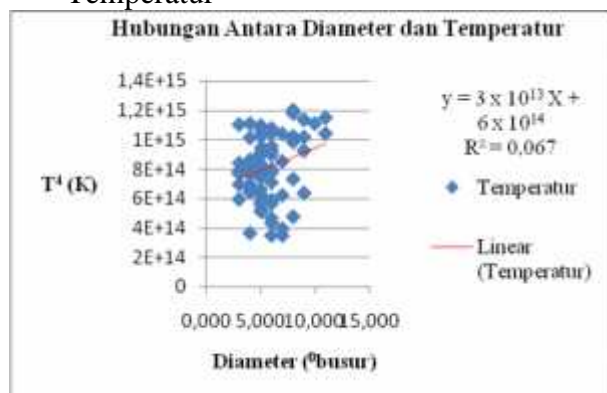


Gambar 4.2 Grafik Hubungan Luas dengan Temperatur Umbra *Sunspot* Sebelum Dikalikan Faktor Koreksi

Dari Gambar grafik 4.1 dan 4.2 terlihat bahwa hubungan antara luas dan temperatur berpangkat empat (T^4) umbra *sunspot* adalah berbanding lurus. Ketika luasnya semakin besar, maka temperaturnya juga semakin besar. Adanya persebaran titik dikarenakan hubungan antara keduanya lemah.

Berdasarkan pada Gambar grafik 4.1 dan 4.2 setelah dilinearkan didapatkan persamaan yang sama yaitu $y = 2 \times 10^9 X + 7 \times 10^{14}$ dengan nilai $R^2 = 0,058$. Hal tersebut dikarenakan luas sebelum dan sesudah dikalikan faktor koreksi tidak terdapat perbedaan yang besar.

2. Hubungan Antara Diameter dan Temperatur



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Diameter dengan Temperatur Umbra *Sunspot*

Dari Gambar grafik 4.3 juga terlihat bahwa hubungan antara diameter dan temperatur berpangkat empat (T^4) umbra *sunspot* berbanding lurus. Ketika diameter bernilai besar, maka temperaturnya juga semakin besar. Data diameter yang digunakan adalah diameter pada koordinat sumbu vertikal atau searah sumbu y, karena tidak dipengaruhi pergerakan Matahari.

Dari grafik terlihat setelah dilogartimikkan diperoleh persamaan garis $y = 3 \times 10^{13} X + 6 \times 10^{14}$ dengan nilai $R^2 = 0,067$.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dari hasil pengukuran, luas umbra yang diperoleh dalam penelitian adalah berkisar antara $30372.771 \text{ km} < L < 167040.789 \text{ km}$.
2. Dari hasil pengukuran intensitas umbra bernilai lebih kecil dibandingkan intensitas fotosfer.
3. Dari hasil perhitungan berdasarkan intensitas umbra dan intensitas fotosfer, diperoleh besar temperatur umbra berkisar antara $5766 \text{ K} < T < 5827 \text{ K}$.
4. Dari grafik yang dihasilkan dari data yang telah diperoleh, terlihat bahwa hubungan antara luas umbra dengan temperatur berpangkat empat (T^4) adalah semakin besar luas umbra, maka temperaturnya juga semakin besar.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, maka saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut :

1. Sebaiknya berhati-hati ketika luas umbra *sunspot* semakin besar. Karena semakin besar umbra *sunspot* maka temperaturnya akan semakin besar pula. Sehingga dapat terjadi *flare* (Ledakan Matahari). Terjadinya *flare* dapat mengakibatkan terganggunya satelit serta komunikasi di Bumi.
2. Sebaiknya pengamatan dan penelitian umbra *sunspot* rutin dilakukan. Karena dampak yang dapat ditimbulkan dapat berbahaya bagi Bumi.

DAFTAR PUSTAKA

1. *Fisika Kuantum*. (Online), (<http://phys.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2009/03/Fisika-Kuantum.pdf>), diakses pada 24 November 2014
2. Haryanti, Diah Sukma. 2013. *Hubungan Antara Intensitas Sinar Matahari Dan Kandungan Oksigen (O₂) Di Atmosfer Pada Lapisan Troposfer Sampai Lapisan Eksosfer Menggunakan Teleskop Spektograf Atmosfer Di Lapan Watukosek Periode Juni 2012-Mei 2013*. Skripsi tidak diterbitkan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang.
3. Maulana, Puri. 2013. *Pengertian Radiasi Benda Hitam*. (Online), (<http://perpustakaancyber.blogspot.com/2013/04/pengertian-radiasi-benda-hitam-radiasi-panas-rumus-contoh-soal-jawaban-intensitas-fisika-praktikum.html?m=1>), diakses pada 24 November 2014

4. Pertiwi, Nani. 2014. *Pengukuran Temperatur Flare Di Lapisan Kromosfer Matahari Berdasarkan Intensitas Flare Berbasis Software Interactive Data Language (IDL)*. Skripsi tidak diterbitkan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang.
5. Tjaksono, Bayong. 2013. *Ilmu Kebumihan dan Antariksa*. Bandung : Rosda
6. Universitas Negeri Malang. 2005. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*.
7. Volvacea, Volvariella. 2012. *Klasifikasi dan Perubahan Jumlah Sunspot Berdasarkan Metode Zurich Diamati dari Laboratorium Astronomi Jurusan Fisika FMIPA UM pada Bulan Agustus – Oktober 2012*. Skripsi tidak diterbitkan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang.
8. Wahyudin. 2006. *Science, Environment, Technology & Society: Bumi dan Ruang Antariksa*. Jakarta: Armandelta.
9. Widodo, Nanang. *Assimetri Pergerakan Grup-Grup Sunspot Di Lintang Utara Dan Selatan Matahari Pada Siklus Aktivitas Matahari Ke 22*.(Online), (http://hfi-diyjateng.or.id/sites/default/files/18/Abstrak-Assimetri%20Pergerakan%20Grup-Grup%20Sunspot%20di%20Lintang%20Utara%20dan%20Selatan%20Matahari%20pada%20Siklus%20Aktivitas%20Matahari%20Ke%2022-107-110_FB-02_Widodoxf.pdf), diakses pada 9 September 2014