

## KLASIFIKASI *SUNSPOT* HASIL PENGAMATAN DARI LABORATORIUM ASTRONOMI FISIKA FMIPA UNIVERSITAS NEGERI MALANG DENGAN METODE *MCINTOSH*

Elda Sulistyaningrum<sup>1,\*</sup>, Sutrisno<sup>1</sup>, Burhan Indriawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5 Malang, 65145, Indonesia

\*Email: elda.sty@gmail.com

---

### Abstrak

*Sunspot* merupakan aktivitas matahari yang mempengaruhi siklus sebelas tahun matahari, yaitu siklus minimum dan maksimum. Metode klasifikasi *sunspot* yang digunakan dalam pengamatan ini adalah metode *McIntosh*, dimana dalam pengklasifikasiannya mengacu pada indikator ukuran, stabilitas dan kompleksitas *sunspot*. Pengamatan dilakukan selama bulan Maret – Mei 2017 dengan melakukan pengamatan langsung melalui teleskop Celestron di Laboratorium Astronomi Fisika UM. Faktor koreksi ( $k$ ) dari hasil pengamatan dengan membandingkan data KSO adalah 1.0464 dimana nilainya mendekati 1. Untuk mengetahui aktivitas matahari dilakukan dengan menentukan nilai klasifikasi (CV), diketahui aktivitas tertinggi matahari terjadi pada tanggal 29 Maret 2017 dengan nilai CV total sebesar 41. Dalam evolusinya, *sunspot* yang muncul selalu didominasi oleh grup *sunspot* kecil dengan kompleksitas grup rendah.

**Kata Kunci:** Matahari, *Sunspot*, Klasifikasi *McIntosh*

---

### 1. Pendahuluan

Matahari adalah pusat tata surya yang memiliki energi sangat besar dan tak terbatas jumlahnya. Jarak bumi yang menempati urutan ke tiga dari matahari yaitu sekitar 149.680.000 kilometer membuat bumi merasakan dampak langsung dari peristiwa-peristiwa matahari yang terjadi dari aktivitas matahari. Dimana aktivitas matahari yang dapat teramati hingga saat ini diantaranya adalah bintik matahari (*sunspot*), ledakan matahari (flare), CME (*Coronal Mass Ejection*) atau lontaran massa korona, dan badai matahari. Aktivitas-aktivitas tersebut dapat diamati terjadi pada bagian luar matahari atau atmosfer matahari, yang mana bagian ini adalah bagian yang dapat diamati secara langsung dari bumi. Aktivitas-aktivitas yang terjadi sebagian besar dipicu oleh aktivitas bintik matahari yang mengalami evolusi atau perubahan kompleksitasnya.

Bintik matahari (*Sunspot*) merupakan fenomena yang paling mudah diamati dan merupakan ciri yang paling menonjol dari matahari. Pembentukan bintik matahari dipengaruhi oleh rotasi diferensial matahari. Ketika matahari berotasi, medan magnet akan mengalami puntiran karena rotasi cenderung lebih cepat di daerah khatulistiwa dan mengakibatkan ketidakstabilan struktur medan magnet matahari. Selama fase pertumbuhan *sunspot* antara 3 sampai 10 hari, fluks magnetik akan terus bertambah. Ketika mencapai puncak puntiran, intensitas medan magnet akan semakin kuat hingga akhirnya puntiran tersebut menembus keluar melewati lapisan fotosfer. Bintik matahari juga memiliki bagian-bagiannya sendiri, yang pertama adalah umbra atau disebut juga dengan bagian pusat bintik matahari yang merupakan bagian paling gelap pada bintik matahari dan merupakan bagian yang memiliki medan magnet terkuat. Kemudian bagian

yang lebih terang dan berada di sekeliling umbra disebut dengan penumbra. Bintik matahari merupakan indikator aktivitas medan magnet di matahari dan menyimpan banyak energi yang siap dilepaskan dalam bentuk flare. Bintik matahari berevolusi dari bintik kecil hingga besar dan jumlah serta letaknya yang berubah-ubah. Hal ini dikarenakan ketika terjadi perpotongan medan magnet dengan fotosfer sehingga terbentuklah bintik matahari, namun medan magnet tersebut terus menerus keluar hingga terbentuklah bintik matahari lain dengan polaritas medan magnet yang berlawanan, kemudian bintik matahari tersebut terus berkembang dan konfigurasi menjadi kompleks. Kompleksitas medan magnet pada bintik matahari yang tinggi menyebabkan ketidakstabilan medan magnet hingga akhirnya memicu terjadinya flare, CME ataupun badai matahari. Sehingga kemunculan bintik matahari dapat mengindikasikan tingkat aktifitas matahari. Matahari merupakan penggerak utama cuaca antariksa. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh flare yang kemunculannya dibentuk oleh bintik matahari. Maka kemunculan bintik matahari sangat penting untuk menganalisa cuaca antariksa. Bintik matahari juga dapat dikatakan sebagai variabel yang mempengaruhi aktivitas matahari. Aktivitas matahari yang muncul akibat bintik matahari ini memiliki siklus dimana satu siklusnya memiliki waktu rata-rata 11 tahun, dengan aktivitas minimum saat bintik matahari konfigurasi rendah dan puncak maksimum saat bintik matahari memiliki konfigurasi kompleks kemudian kembali mengalami aktivitas minimum di akhir siklus saat bintik matahari mengalami penurunan jumlah.

Dalam perjalanan evolusinya, grup *sunspot* mengalami perubahan citra bintik matahari yang dapat diklasifikasikan dalam klasifikasi *Zurich* dan *McIntosh*. Dalam penelitian ini digunakan klasifikasi *McIntosh* karena metode ini merupakan metode penyempurnaan dari metode *Zurich*, dimana klasifikasi ini lebih akurat dalam mencerminkan kondisi masing-masing grup *sunspot*. Metode ini dimodifikasi sehingga dapat dibedakan berdasarkan penumbra, distribusi penumbra dan panjang grup *sunspot*. Metode *McIntosh* mengubah dan lebih memperluas definisi objek dengan menambahkan indikator ukuran, stabilitas dan kompleksitas yang muncul. Klasifikasi *McIntosh* menggunakan penulisan tiga huruf yaitu huruf *Zpc*. Dimana *Z* merupakan modifikasi dari metode klasifikasi *Zurich*, *p* menunjukkan bentuk penumbra pada *spot* terbesar di dalam grup, dan *c* menunjukkan distribusi *sunspot* yang membentuk grup. Klasifikasi ini didefinisikan berdasarkan ada atau tidaknya penumbra, bagaimana distribusi penumbra dan panjang grup. Dalam hubungannya dengan pembentukan flare *McIntosh* menggunakan tiga huruf (*Zpc*), sehingga lebih luas dalam meningkatkan definisi objek dengan menambahkan indikator ukuran, stabilitas dan kompleksitas yang tampak untuk berkorelasi dengan kemunculan flare. Dengan menggunakan klasifikasi *McIntosh* dapat dengan mudah untuk mengetahui perkembangan *sunspot* yang berhubungan terjadinya flare dengan lebih spesifik dan nilainya juga dapat diketahui dengan jelas pada tabel CV.

## 2. Metode Penelitian

Pengamatan ini dilakukan di Laboratorium Astronomi Fisika FMIPA Universitas Negeri Malang dengan letak geografis  $07^{\circ} 57' 39''$  LS,  $112^{\circ} 37' 9.2''$  BT, dan  $7.9607^{\circ}$  LU pada ketinggian 465 meter, local plus minus 12 meter dengan pengamatan dilakukan pada langit timur. Pengamatan ini dilakukan pada bulan Maret – Mei 2017. Alat yang digunakan yaitu teleskop *Celestron 2000*, lembar sketsa *sunspot*, papan skets *sunspot*, alat tulis (Pensil, bolpoin dan penghapus), penggaris, kamera, dan Software *Cyber Sky*. Prosedur pengambilan data mengacu pada langkah-langkah berikut:

- a. Memasang komponen teleskop dengan posisi *equator mount* menghadap ke arah utara dan tabung teleskop menghadap ke timur untuk mengamati langit sebelah timur.

- b. Mengatur posisi papan sketsa yang telah ditempel kertas sketsa yang berisi garis lingkaran sebesar bayangan matahari dengan diameter 24 cm dan tabel data hasil pengamatan.
- c. Memosisikan teleskop mengarah ke matahari, kemudian menyesuaikan agar bayangan matahari tepat berhimpit pada lingkaran yang ada di kertas sketsa *sunspot*.
- d. Mencari arah pergerakan matahari yang terjadi akibat rotasi bumi, dilakukan dengan mengamati pergeseran dan penyimpangan bayangan matahari dari garis lingkaran pada kertas sketsa.
- e. Menghimpitkan kembali bayangan matahari dengan lingkaran pada bidang sketsa untuk menggambarkan *sunspot*.
- f. Mengisi tabel data yang tertera pada kertas sketsa *sunspot*.

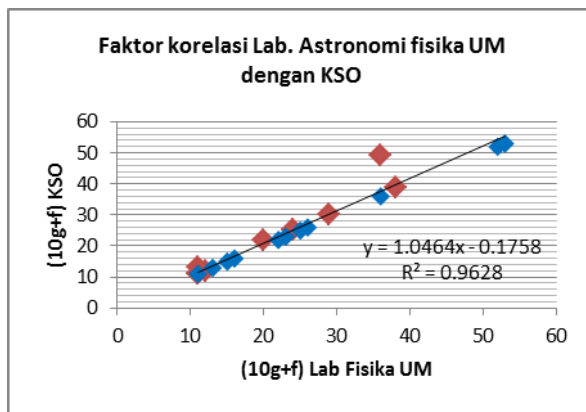
Setelah diperoleh data *sunspot*, selanjutnya dilakukan pengilahan data dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menentukan arah Utara dan Selatan berdasarkan arah Barat dan Timur dengan posisi titik tengah relatif terhadap garis bujur tengah. Data-data harian *sunspot* dikelompokkan berdasarkan lintang Utara dan Selatan. Kemudian ditulis jumlah *sunspot*, grup *sunspot* dan bilangan *sunspot* untuk masing-masing lintang Utara dan Selatan.
- b. Membandingkan hasil pengamatan yang dilakukan di Laboratorium Astronomi FMIPA UM dengan data harian *sunspot* *Kanzelhöhe Solar Observatory* (KSO) yang berada di Universitas Karl Franzen, Graz, Austria untuk data pengamatan pada hari yang sama dengan pengamatan yang dilakkan di Laboratorium Astronomi Fisika UM. Perbandingan dilakukan dengan mencari faktor koreksi antara Laboratorium Astronomi Fisika UM dan KSO.
- c. *Sunspot* yang telah dikelompokkan berdasarkan lintang Utara dan Selatan kemudian dihitung aktivitas bintang matahari dengan menggunakan nilai klasifikasi (*Classification Value*) CV untuk metode *McIntosh*.
- d. Melakukan klasifikasi *sunspot* dengan menggunakan metode *McIntosh*.
- e. Mengurutkan data klasifikasi untuk mengetahui evolusi *sunspot* pada bulan Maret - Mei 2017.

### 3) Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Faktor Koreksi Data *Sunspot*

Gambar 1 menunjukkan besarnya faktor koreksi yang diperoleh adalah ( $k$ ) 1.0464 sehingga dapat dikatakan bahwa pengamatan yang dilakukan di Laboratorium Astronomi Fisika UM memperoleh jumlah *sunspot* yang hampir sama dengan KSO karena nilai faktor koreksinya mendekati 1. Koefisien determinan sebesar 0.9628, dimana data Laboratorium Astronomi Fisika UM memiliki korelasi 96.2% dengan data pengamatan KSO, dan ketidakcocokan sebesar 3.8%. Perbedaan jumlah *sunspot* terjadi karena beberapa kemungkinan diantaranya adalah faktor pengamat, alat yang digunakan, waktu dilakukannya pengamatan dan perbedaan letak geografis.



**Gambar 1** Faktor Koreksi (k) antara Lab Astronomi dengan KSO

### 3.2 Aktifitas Sunspot

Aktivitas *sunspot* setiap harinya berbeda dan selalu mengalami perubahan. Hal tersebut dikarenakan adanya *sunspot* yang berkembang sehingga jumlahnya semakin bertambah setiap hari dan mati apabila *sunspot* tersebut termasuk dalam kelas yang rendah misalkan Axx atau Bxo dan Bxi. Selain itu, menurunnya jumlah *sunspot* juga karena adanya gerakan rotasi yang terjadi baik itu di bumi maupun matahari sehingga posisi *sunspot* bergeser. Dari data yang didapatkan, dapat dilihat bahwa terdapat nilai klasifikasi tinggi terjadi pada tanggal 29 Maret 2017 dengan total nilai CV sebesar 41, yang meliputi grup *sunspot* tipe Dai bernilai CV 22 dan Dao CV sebesar 19. Minimnya jumlah *sunspot* yang terjadi pada saat dilakukannya pengamatan ini dikarenakan matahari sedang mencapai siklus minimumnya pada siklus 11 tahunan matahari. Hal ini ditunjukkan dengan adanya aktivitas matahari paling rendah selama tiga bulan pengamatan dilakukan. Jumlah bintik matahari dan jumlah grup *sunspot* matahari relatif sangat sedikit dengan tingkat kompleksitas grup yang cenderung lebih sederhana.



**Gambar 2** Grafik Aktifitas Matahari Berdasarkan Nilai Klasifikasi (CV)

Untuk mengetahui apakah aktivitas matahari dari data yang dihasilkan telah mendekati kebenaran adalah dengan membandingkan terhadap data KSO. Data KSO diklasifikasikan dengan menggunakan metode *McIntosh* terlebih dahulu untuk mengetahui nilai klasifikasinya (CV), lalu dibuat tabel. Kemudian dibuat grafik yang hasilnya dibandingkan dengan grafik aktivitas *sunspot* dari Laboratorium Astronomi Fisika UM. Dengan membuat grafik perbandingan aktivitas matahari dari pengamatan yang dilakukan di Laboratorium Astronomi UM dengan pengamatan KSO, maka dapat dilihat jika data aktivitas matahari memiliki kesamaan. Dimana pada saat aktivitas matahari yang terlihat

oleh pengamatan KSO tinggi, hasil pengamatan aktivitas matahari yang dilakukan di Laboratorium Astronomi Fisika UM juga tinggi. Meskipun terdapat beberapa garis pada grafik yang tidak sama persis.



**Gambar 3** Grafik Perbandingan Aktivitas *Sunspot* KSO dan Lab Astronomi

### 3.3 Pola Perubahan *Sunspot*

Evolusi atau perubahan *sunspot* yang terjadi pada bulan Maret – Mei 2017 diamati dari Laboratorium Astronomi Fisika FMIPA UM, terlihat bahwa terdapat banyak *sunspot* kecil yang hanya bertahan pada kelas A atau B saja, dan sudah terlebih dahulu mati sebelum berevolusi. Seperti pada grup *sunspot* nomor 001, 006, 009 dan 013.

**Tabel 1.** Daftar Evolusi *Sunspot* dengan Metode Klasifikasi *McIntosh*

No	Tanggal	No. Grup	Kelas
1	3-Mar-17	001	Bxo
2	21-Mar-17	002	Axx
	24-Mar-17		Bxo
	29-Mar-17		Dao
3	29-Mar-17	003	Dai
4	10-Apr-17	004	Hrx
	12-Apr-17		Axx
	13-Apr-17		Bxo
	14-Apr-17		Axx
5	13-Apr-17	005	Bxo
6	19-Apr-17	006	Dso
	20-Apr-17		Dso
	21-Apr-17		Dri
	25-Apr-17		Cso
7	20-Apr-17	007	Axx
	21-Apr-17		Axx
	25-Apr-17		Axx
8	21-Apr-17	008	Axx
9	25-Apr-17	009	Cro
10	3-May-17	010	Dai
	4-May-17		Dsi
	5-May-17		Cso

	8-May-17		Hsx
11	5-May-17	011	Bxi
	8-May-17		Axx
12	12-May-17	012	Axx
13	17-May-17	013	Hsx
	18-May-17		Hsx
	19-May-17		Hsx
	22-May-17		Hsx
	23-May-17		Axx
14	18-May-17	014	Bxo
	19-May-17		Bxi
	22-May-17		Bxi
	23-May-17		Bxi
15	22-May-17	015	Cro
	23-May-17		Csi
	24-May-17		Bxi
	26-May-17		Dai
16	22-May-17	016	Bxi
	23-May-17		Axx

#### 4) Kesimpulan

Nilai faktor koreksi ( $k$ ) antara Laboratorium Astronomi Fisika UM dengan KSO adalah sebesar 1.0464 sehingga pengamatan yang telah dilakukan dapat dikatakan akurat karena nilai  $k$  mendekati 1, dengan kesamaan 96,2% dan ketidakcocokan 3,8%. Aktivitas matahari yang terjadi pada bulan Maret – Mei 2017 mengalami perubahan yang fluktuatif, dimana puncaknya terjadi pada tanggal 29 Maret dengan total nilai klasifikasi 41. Setelah dilakukan klasifikasi, kelas *sunspot* yang muncul sebagian besar adalah *sunspot* dengan tingkat kompleksitas grup rendah seperti kelas Axx dengan tingkat kemunculan paling banyak yaitu 11 kali.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh pihak yang membantu dalam kelancaran penelitian dan penyusunan artikel ini baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

#### Daftar Rujukan

- [1] Ahluwalia, H. S., 2015. The Descent of the Solar Cycle 24 and Future Space Weather. *Advances in Space Research*. 7 10–714. doi: 10.1016
- [2] Clette, F., Svalgaard, L., Vaquero, J.M. and Cliver, E.W., 2014. Revisiting the sunspot number. *Space Science Reviews*, 186(1-4), pp.35-103.
- [3] Rix, E., Hay, K., Russell, S. and Handy, R., 2015. Sketching for Science. *Solar Sketching* (pp. 43-56). Springer New York.
- [4] Sheeley, N. R., Wang, Y. M. 2015. The Recent Rejuvenation Of The Sun's Large-Scale Magnetic Field: A Clue For Understanding Past and Future Sunspot Cycles. *The Astrophysical Journal*. 809:113. doi:10.1088
- [5] Yatini, Clara Y, dkk. 2010. *Modul Diseminasi Interaksi Matahari – Bumi untuk Kalangan Guru Sekolah Menengah Atas*. Laporan. Program Insentif: Percepatan Difusi dan Pemanfaatan IPTEK. LAPAN.