

# ANALISIS KLASTER K-MEANS DARI DATA LUAS GRUP SUNSPOT DAN DATA GRUP SUNSPOT KLASIFIKASI MC.INTOSH YANG MEMBANGKITKAN FLARE SOFT X-RAY DAN H $\alpha$

<sup>1</sup>Siti Jumaroh, <sup>2</sup>Nanang Widodo, <sup>3</sup>Wahyu H.Irawan

<sup>1</sup>Jurusan Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

<sup>2</sup>Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

<sup>3</sup>Jurusan Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Email: [sjumaroh09@gmail.com](mailto:sjumaroh09@gmail.com)

## ABSTRAK

Analisis kluster merupakan teknik interdependensi yang mengelompokkan suatu objek berdasarkan kemiripan dan kedekatan jarak antar objek. Pengelompokan objek dengan jumlah banyak membutuhkan waktu yang lama. Salah satu analisis kluster yang dapat digunakan dalam situasi ini adalah analisis kluster *non hierarki*, yaitu *K-means*. Pada artikel ini mengelompokkan data luas grup *sunspot* dan data grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan *flare soft X-Ray* dan H $\alpha$ . Untuk mengetahui luas grup *sunspot* dan grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang berpeluang membangkitkan *flare soft X-Ray* dan H $\alpha$  dengan intensitas ledakan yang tinggi dan rendah. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh dua kluster yaitu kluster pertama yang tergolong mampu membangkitkan *flare Soft X-Ray* dan H $\alpha$  dengan intensitas yang tinggi. Sedangkan kluster kedua yang tergolong mampu membangkitkan *flare Soft X-Ray* dan H $\alpha$  dengan intensitas yang rendah.

**Kata kunci:** analisis kluster, *flare*, luas grup *sunspot* dan grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh

## ABSTRACT

*Cluster analysis is an interdependence technique which classify an object based on the similarity and proximity distance between objects. Objects clasifying by a lot of number takes long time. One of the cluster analysis can be used in this situation is the analysis of non-hierarchy cluster, it is K-means. This article classifies extensive data group sunspot and data group sunspot classification Mc.Intosh that evokes a Soft X-Ray flares and H $\alpha$ . To know the broad group sunspot sunspot group classification and Mc. Intosh who could evoke the Soft X-Ray flares and H $\alpha$  intensity blast of high and low. Based on the results of the analysis, retrieved two clusters i.ethe first cluster belongs is capable of arousing flares of Soft X-Ray and H $\alpha$  intensity high. While the second included cluster capable of arousing flares of Soft X-Ray and H $\alpha$  intensity is low.*

**Keywords:** cluster analysis, *flare*, extensive sunspot group and group sunspot classification Mc.Intosh

## PENDAHULUAN

Matahari merupakan salah satu bintang yang dapat memancarkan cahaya. Beberapa energi di dalamnya bermanfaat bagi keberlangsungan makhluk hidup di muka bumi, namun sebagian energi yang dipancarkan matahari berdampak negatif dapat menyebabkan kanker, contohnya sinar X lemah (*Soft X-ray (SXR)*). Peristiwa tersebut disebabkan oleh aktivitas matahari yaitu fenomena *flare*.

Grup *sunspot* memiliki tingkat kompleksitas yang berbeda-beda yang ditunjukkan oleh formasi *spot-spot* dan *panumbra-panumbra* pada bagian *preceeding* dan *following*. Tingkat kompleksitas ini memiliki hubungan dengan fenomena *flare*, bahwa semakin besar tingkat

kompleksitas suatu *sunspot* maka peluang terjadinya fenomena *flare* semakin besar. Perubahan luas grup *sunspot* tersebut juga mempengaruhi fenomena *flare*, karena semakin besar tingkat kompleksitas suatu *sunspot* maka kemungkinan luas grup *sunspot* semakin besar, sehingga fenomena *flare* kemungkinan besar terjadi. Fenomena *flare* melontarkan berbagai energi yang dapat diteliti pada panjang gelombang yaitu *SXR*, H $\alpha$ , radio, dan sinar  $\gamma$ .

Pada penelitian ini objek-objek yang digunakan adalah klasifikasi Mc.Intosh dan luas grup *sunspot* yang membangkitkan *flare*. Sedangkan variabel-variabel yang digunakan antara lain *flare SXR (Watt / m<sup>2</sup>)*, termasuk di dalamnya terdapat kelas C, M dan X dan *flare H $\alpha$*  kelas sub *flare*, 1, 2 dan 3 dengan satuan

(perbandingan luas *flare* terhadap luas permukaan matahari  $\times 10^6$  disk matahari).

Dalam statistik, jika variabel yang digunakan lebih dari dua maka metode yang dapat digunakan yaitu analisis multivariat. Salah satunya yaitu analisis kluster. Analisis kluster terdiri dari dua jenis yaitu analisis kluster hierarki dan non hierarki. Sedangkan analisis kluster non hierarki yaitu *K-means*. Pengklusteran non hierarki lebih cepat daripada metode hierarki dan lebih menguntungkan kalau jumlah objek atau kasus besar sekali [1]. Hal ini yang melatar belakangi dilakukannya penelitian yang berjudul "Analisis Kluster *K-means* dari Data Luas Grup *Sunspot* dan Data Grup *Sunspot* Klasifikasi *Mc.Intosh* yang Membangkitkan *Flare Soft X-Ray* dan  $H\alpha$ ".

## KAJIAN TEORI

### 1. Analisis Multivariat

Analisis multivariat adalah analisis statistik yang menggunakan banyak variabel secara simultan [2]. Teknik analisis multivariat diklasifikasikan menjadi dua yaitu metode ketergantungan (*dependence method*) dan metode saling ketergantungan (*interdependence method*).

### 2. Analisis Kluster

Analisis kluster merupakan suatu teknik analisis statistik yang ditujukan untuk membuat klasifikasi objek-objek ke dalam kelompok-kelompok lebih kecil yang berbeda satu dengan yang lain [3]. Terdapat beberapa langkah dalam analisis kluster yaitu: [4].

1. Pengukuran jarak sebagai ukuran kemiripan  
Jarak Euclid merupakan jarak langsung dan lurus dari satu titik ke titik lainnya [5]. Ukuran jarak antara objek ke-*i* dengan ke-*j* dapat diperoleh melalui jarak Euclid sebagai berikut:

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2 \quad (1)$$

2. Eliminasi data pencilan (*Outlier*)  
Data *outlier* adalah data yang secara nyata berbeda dengan data-data yang lain. Deteksi terhadap *outlier* dapat dilakukan dengan menentukan nilai batas yang akan dikategorikan sebagai data *outlier* yaitu dengan cara mengkonversi nilai data ke dalam skor *standardized* atau yang biasa disebut *z-score* [6].
3. Membentuk kluster  
Ada dua pilihan dalam membentuk kluster yaitu:
  - a. Metode hierarki  
Metode ini memulai pengelompokan dengan dua atau lebih objek yang

mempunyai objek paling dekat. Kemudian proses diteruskan dengan meneruskan ke objek lain yang memiliki kedekatan kedua. Demikian seterusnya. Metode yang ada pada analisis ini adalah metode *agglomerative* terdiri dari *single linkage*, *complete linkage*, *average linkage* serta metode *ward* dan metode *devisif*.

- b. Metode *non hierarki* (metode *K-means*)

Metode *K-means* pada dasarnya adalah metode partisi yang digunakan untuk menganalisis data dan memperlakukan pengamatan data sebagai objek berdasarkan lokasi dan jarak antara tiap data [7]. Proses pengelompokan dengan Metode *K-means* adalah menentukan besarnya nilai *K*, yaitu banyaknya kluster, menentukan *centroid* (pusat) di setiap kluster, menghitung jarak tiap objek dengan setiap *centroid*, menghitung kembali rata-rata untuk kluster yang baru terbentuk dan mengulang langkah kedua sampai tidak ada lagi pemindahan objek antar kluster [1].

### 3. Analisis Varian

Teknik analisis varian (*Anova*) digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata hitungan jika kelompok sampel yang diuji lebih dari dua buah populasi yang berbeda. Berdasarkan banyaknya klasifikasi *anova* dibagi menjadi dua, yaitu *anova* satu jalan dan *anova* dua jalan [8].

### 4. Matahari

Matahari merupakan suatu bola gas yang berukuran sangat besar dengan ukuran diameter mencapai 1,4 juta kilometer. Pada lapisan matahari terdiri dari beberapa fenomena di antaranya:

1. *Sunspot*  
*Sunspot* adalah suatu daerah di fotosfer yang memiliki medan magnetik yang kuat. *Sunspot* mengalami perubahan jumlah, letak, luas dan medan magnet dari polaritas sederhana menjadi kompleks.
2. Klasifikasi *Mc.Intosh*  
Klasifikasi grup *sunspot* *Mc.Intosh* merupakan perubahan dan penyempurnaan dari klasifikasi grup *sunspot* Zurich. Klasifikasi grup *Mc.Intosh* dinyatakan dengan penulisan tiga huruf. Huruf pertama menunjukkan modifikasi klasifikasi Zurich, huruf kedua menunjukkan bentuk penumbra pada *spot* terbesar di dalam grup, dan huruf ketiga menunjukkan distribusi *spot* yang membentuk grup. Contohnya kelas Dao, Eao, Ekc, Fai,

3. *Flare*

*Flare* adalah ledakan kuat yang terjadi di kromosfer matahari di atas *sunspot*. *Flare* dapat diklasifikasikan di antaranya yaitu

a. Klasifikasi *flare SXR*

Menurut [9] ledakan yang terjadi di matahari diklasifikasikan dalam beberapa kelas berdasarkan kecerlangannya pada panjang gelombang sinar *SXR* antara 1-8 Angstroms antara lain *flare* kelas-X, *flare* kelas-M dan *flare* kelas-C

b. Klasifikasi *flare H $\alpha$*

Menurut [10] klasifikasi *flare H* dibagi menjadi 5 kelas yaitu sub *flare*, kelas1, 2, 3 dan 4. Sedangkan berdasarkan tingkat kecerahan dibedakan dalam tiga kriteria yaitu: *faint* (f), *normal* (n) dan *bright* (b).

**METODE PENELITIAN**

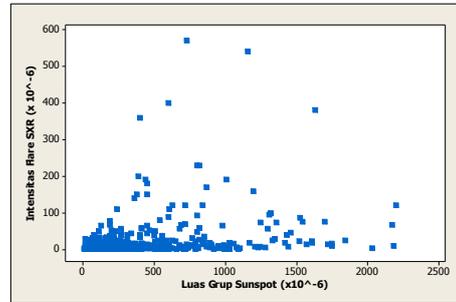
Data yang digunakan dalam melakukan penelitian ini berupa data sekunder yang diambil secara *online* berupa data luas grup *sunspot* dan data grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan *flare SXR* dan *H $\alpha$*  dari tanggal 2 Januari 2000 sampai dengan 18 Januari 2005. Kemudian diklasifikasikan menjadi 4 jenis data, yaitu luas grup *sunspot* yang membangkitkan *flare SXR*, luas grup *sunspot* yang membangkitkan *flare H $\alpha$* , grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan *flare SXR* dan grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan *flare H $\alpha$* . Kegiatan penelitian ini dilakukan di Balai Pengamatan Dirgantara Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) Watukosek, Pasuruan, Jawa Timur. Adapun langkah-langkah dalam menganalisis data adalah:

1. Mendeskripsikan data
2. Melakukan analisis kluster
  - i. Menghitung standarisasi variabel pada masing-masing data.
  - ii. Menghitung jarak Euclid, untuk mengukur kemiripan suatu objek.
3. Melakukan proses *clustering* dengan metode *K-means*
  - i. Menentukan rata-rata di tiap kelas
  - ii. Menentukan banyaknya kluster (K)
  - iii. Menghitung jarak tiap objek dengan setiap rata-rata
  - iv. Menghitung kembali rata-rata untuk kluster yang baru terbentuk
  - v. Mengulangi langkah (iii) sampai tidak ada lagi pemindahan objek antar kluster.
  - vi. Melakukan validasi kluster dengan ANOVA
4. Interpretasi hasil kluster yang diperoleh

**PEMBAHASAN**

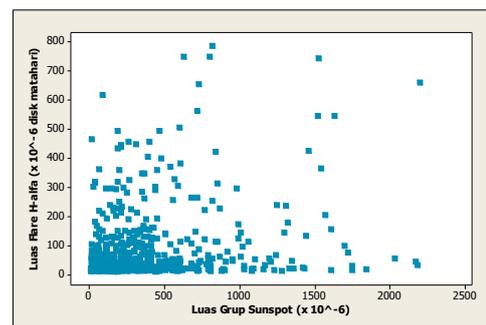
**1. Deskripsi Data**

Data yang telah diperoleh harus dideskripsikan terlebih dahulu. Deskripsi data dapat dilakukan dengan membuat plot sebaran data dari semua variabel dan objek. Hasil sampling data intensitas *flare SXR* dan luas grup *sunspot* sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik Sebaran Data Luas Grup *Sunspot* dengan Rata-rata *Flare SXR*

Gambar 1. menunjukkan sebaran data luas grup *sunspot* dengan *flare SXR*. Dimana sumbu X menyatakan luas grup *sunspot* dan sumbu Y menyatakan intensitas *flare SXR*. *flare SXR* kelas C banyak terjadi pada luas grup *sunspot* yang memiliki luas 10 sampai 1500  $\times 10^{-6}$  disk matahari. *flare SXR* kelas M tersebar merata. Pada kisaran luas grup *sunspot* 10 sampai 2000  $\times 10^{-6}$  disk matahari. *flare SXR* kelas X yang mempunyai intensitas besar hanya mampu dibangkitkan dari grup *sunspot* yang mempunyai luas antara 250 sampai 2200  $\times 10^{-6}$  disk matahari. Sedangkan hasil sampling data intensitas *flare H $\alpha$*  dan luas grup *sunspot* sebagai berikut:

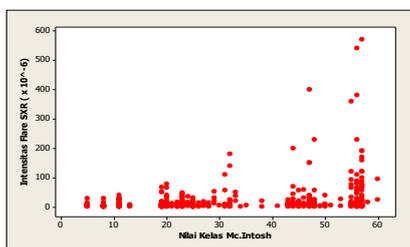


Gambar 2. Grafik Sebaran Data Luas Grup *Sunspot* dengan Rata-rata *Flare H $\alpha$*

Pada Gambar 2. menunjukkan sebaran data luas grup *sunspot* dengan nilai *flare H $\alpha$* . *Flare H $\alpha$*  kelas Sf dibangkitkan oleh semua luas grup *sunspot* dengan luas 10 sampai 2200  $\times 10^{-6}$  disk matahari. *Flare H $\alpha$*  kelas 1 mayoritas terjadi pada luas grup

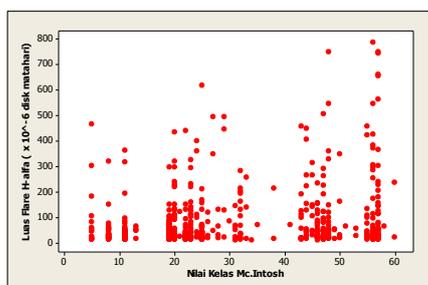
*sunspot* 10 sampai 1700 dengan luas penampang 100 sampai  $250 \times 10^{-6}$  *disk* matahari. Namun ada 1 *flare* H $\alpha$  kelas 1 yang muncul pada luas penampang  $299 \times 10^{-6}$  *disk* matahari. Hal ini diduga kemungkinan luas grup *sunspot* memiliki energi kecil untuk membangkitkan *flare* H $\alpha$  kelas 2. *Flare* H $\alpha$  kelas 2 mayoritas terjadi pada luas grup *sunspot* dengan luas penampang 250 sampai  $600 \times 10^{-6}$  *disk* matahari. Terdapat lima peristiwa *flare* H $\alpha$  kelas 3. Empat peristiwa diantaranya dibangkitkan dari grup *sunspot* dengan luas penampang lebih dari  $500 \times 10^{-6}$  *disk* matahari.

Berikut sampel data grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan *flare* SXR ditampilkan pada Gambar 3 dibawah ini:



Gambar 3. Grafik Sebaran Data Nilai Kelas Mc.Intosh dengan *Flare* SXR

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa sebanyak 38 nilai kelas Mc.Intosh dapat menimbulkan *flare* SXR dengan tingkatan intensitas yang berbeda-beda. *flare* kelas C tersebar merata pada kelas Mc.Intosh yang bernilai 5 sampai 60. *flare* SXR kelas M mayoritas terjadi pada kisaran kelas Mc.Intosh yang bernilai 20 sampai 60 dengan nilai *flare* SXR  $60 \times 10^{-6}$  Watt / m<sup>2</sup>. Hanya 7 *flare* SXR kelas X yang muncul pada nilai kelas 30 sampai 60. Karena memiliki intensitas besar, sehingga diperlukan potensi energi yang sangat besar dari grup *sunspot* yang besar pula. Hasil sampling data *flare* H $\alpha$  yang dibangkitkan dari grup *sunspot* dengan nilai 5 sampai dengan 60 klasifikasi Mc.Intosh ditampilkan dalam Gambar 4 berikut.



Gambar 4 Grafik Sebaran Data Nilai Kelas Mc.Intosh dengan *Flare* H $\alpha$

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa *flare* H $\alpha$  kelas Sf banyak terjadi pada rentang nilai Mc.Intosh 20 sampai 60. *Flare* H $\alpha$  kelas 1 dibangkitkan dari kelas Mc Intosh di atas 20. *flare* H $\alpha$  kelas 2 sering terjadi pada nilai kelas Mc.Intosh 20 sampai 60. Namun, *flare* H $\alpha$  kelas 2 jarang ditimbulkan dari nilai kelas Mc.Intosh 5 sampai 20. Hal ini diduga bahwa kelas Mc.Intosh rendah (Cro, Cso, dll) ini mendapat tambahan energi dari lapisan dibawahnya atau dari grup *sunspot* besar yang ada disekitarnya sehingga dapat membangkitkan *flare* H $\alpha$  kelas 2. hanya terdapat 3 peristiwa *flare* yaitu pada grup *sunspot* Dso, Fki dan Fhc. *Flare* H $\alpha$  kelas 3 ditimbulkan oleh kelas Mc.Intosh pada nilai 25 ke atas.

## 2. Analisis Kluster

Masing-masing data akan dilakukan proses analisis kluster dengan menggunakan metode *non hierarki* yaitu metode K-means.

### a. Standarisasi Variabel

Perhitungan jarak Euclid sangat rentan terhadap perbedaan skala pengukuran, yang biasanya ditunjukkan oleh perbedaan variansi antar variabel. Sehingga perlu dilakukan standarisasi variabel. penulis menggunakan MINITAB 14.

### b. Menghitung Jarak Euclid

Data standar tersebut kemudian digunakan untuk mengukur jarak Euclid. Misalnya hasil dari jarak Euclid setiap objek luas grup *sunspot* pada data *flare* SXR kelas C, M dan X dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Jarak Euclid Data Luas Grup *Sunspot* yang Membangkitkan *Flare* SXR

Objek	10	30	...	2200
10	0	0,9458	...	1,1537
20	1,6291	1,9418	...	2,2252
22	0,0209	0,9660	...	1,1677
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2200	1,1537	0,7742	...	0

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa luas ke-10 dengan 2200 memiliki jarak lebih pendek daripada luas ke-10 dengan 36. Perbedaan jarak tersebut menunjukkan bahwa luas ke-10 dengan 2200 memiliki karakteristik yang lebih mirip daripada luas ke-10 dengan 36. Demikian seterusnya penafsiran untuk jarak tiap luas dengan luas lainnya. Hal ini juga berlaku pada data luas grup *sunspot* yang membangkitkan *flare* H $\alpha$ , data grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang

membangkitkan flare SXR dan data grup sunspot klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan flare Ha.

**3. Proses Clustering dengan Metode K-means**

Setiap perhitungan dengan metode ini dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel 2010.

- i. Menentukan rata-rata di tiap kluster  
Langkah pertama dalam melakukan pengklasteran yaitu menentukan rata-rata di tiap kluster. Misalnya rata-rata tiap kluster pada luas grup sunspot yang membangkitkan flare SXR adalah

Tabel 2. Hasil Rata-rata Tiap Luas Grup Sunspot yang Membangkitkan Flare SXR

No	Luas Grup Sunspot	C	M	X	Rata-rata
1	10	1,84	0	0	1,84
2	20	2,41	79	0	40,70
3	22	1,8	0	0	1,8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
132	2200	0	0	120	120

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai 0 tidak terjadi fenomena flare dan rata-rata terbesar terjadi pada luas 1160 sebesar 540 dan terkecil adalah 710 sebesar 1,2.

Sedangkan pada luas grup sunspot yang membangkitkan flare Ha, rata-rata terkecil adalah luas 1280 sebesar 12 dan terbesar adalah 1525 sebesar 744. Pada grup sunspot klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan flare SXR rata-rata terbesar adalah kelas Ekc sebesar 119,42 dan terkecil adalah Dsc sebesar 1,3. Dan pada data grup sunspot klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan flare Ha rata-rata terbesar adalah kelas Fki sebesar 333,56 dan terkecil adalah Dsc sebesar 10.

- ii. Menentukan banyak Kluster (k)  
Jumlah kluster (K) pada penelitian ini ditetapkan sebanyak 2, dengan berdasarkan pada ukuran jarak rata-rata terbesar dan terkecil. Pada luas grup sunspot yang membangkitkan flare SXR, rata-rata terkecil pada luas 710 (C; M; X) masing-masing dengan rata-rata intensitas (1,2; 0; 0). Sedangkan rata-rata terbesar pada luas 1160 (C; M; X) masing-masing dengan rata-rata intensitas (0; 0; 540). Sedangkan pada luas grup sunspot yang membangkitkan flare Ha, rata-rata terkecil pada luas 1280 (Sf; 1; 2; 3) masing-masing dengan rata-rata luas flare (12; 0; 0) dan rata-rata

terbesar pada 1525 (Sf; 1; 2; 3) masing-masing dengan rata-rata luas flare (0; 0; 0; 744).

Adapun pada grup sunspot klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan flare SXR, rata-rata terkecil pada kelas Dso (C; M; X) masing-masing dengan rata-rata intensitas (1,3; 0; 0). Sedangkan rata-rata terbesar pada kelas Ekc (C; M; X) masing-masing dengan rata-rata intensitas (3,90; 39,36; 315). Pada grup sunspot klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan flare Ha, rata-rata terkecil pada Dsc (Sf; 1; 2; 3) masing-masing dengan rata-rata luas flare (10; 0; 0; 0). Sedangkan rata-rata terbesar pada Fki (Sf; 1; 2; 3) masing-masing dengan rata-rata luas flare (41,40; 132,50; 411,33; 749).

- iii. Menghitung jarak tiap objek ke tiap centroid (rata-rata)

Setelah menentukan banyaknya kluster, maka langkah selanjutnya yaitu menghitung jarak setiap objek dari rata-rata terbesar ( $c_1$ ) dan rata-rata terkecil ( $c_2$ ) yang dihitung dengan menggunakan jarak Euclid pada masing-masing data. Misalnya hasil jarak tiap objek ke tiap centroid flare SXR pada luas grup sunspot sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil Jarak Tiap Objek ke Tiap Centroid Flare SXR pada Luas Grup Sunspot

Luas Grup Sunspot	$c_1$	$c_2$
10	540,00	0,64
20	545,75	79,01
22	540,00	0,60
30	540,64	26,11
⋮	⋮	⋮
2200	420,00	120,01

Dari hasil perhitungan jarak tiap objek ke tiap rata-rata terbesar ( $c_1$ ) dan rata-rata terkecil ( $c_2$ ) lalu dibandingkan. Jika jarak suatu kelas memiliki jarak dekat dengan  $c_1$  maka akan masuk kluster 1. Begitu sebaliknya. Hal ini juga berlaku pada keempat jenis data.

- iv. Menentukan rata-rata (centroid) baru  
Langkah selanjutnya yaitu menghitung rata-rata baru. Rata-rata baru diperoleh dari nilai rata-rata dari ketiga variabel (C; M; X) pada tiap kluster baru untuk luas grup sunspot dan grup sunspot klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan flare SXR. Sedangkan Rata-rata baru diperoleh dari nilai rata-rata dari keempat variabel (Sf; 1; 2; 3) pada tiap kluster baru untuk luas grup sunspot dan grup sunspot klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan flare Ha. Misalnya pada luas grup sunspot yang membangkitkan flare SXR. Hasil rata-rata terbesar baru pada luas grup

*sunspot* yang membangkitkan *flare SXR* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Nilai Rata-rata Terbesar Baru Luas Grup *Sunspot* yang Membangkitkan *Flare SXR* pada Masing-masing Objek

No	Luas Grup <i>Sunspot</i>	C	M	X
1	400	4,13	36,5	360
2	600	3,9	51,5	400
3	730	4,65	13	570
4	1160	0	0	540
5	1630	0	0	380
Rata-rata		4,23	33,66	450

Sedangkan tabel rata-rata terkecil baru pada luas grup *sunspot* yang membangkitkan *flare SXR*:

Tabel 5. Nilai Rata-rata Terkecil Baru Luas Grup *Sunspot* yang Membangkitkan *Flare SXR* pada Masing-masing Objek

No	Luas Grup <i>Sunspot</i>	C	M	X
1	10	1,84	0,00	0,00
2	20	2,41	79,00	0,00
3	22	1,80	0,00	0,00
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
127	2200	0,00	0,00	120,00
Rata-rata		4,20	32,83	154,41

Berdasarkan tabel 4 dan 5 menunjukkan nilai rata-rata baru terbesar dan terkecil pada luas grup *sunspot* yang membangkitkan *flare SXR* (C; M; X) dari tiap klaster adalah  $R_{1a}$  (rata-rata terbesar baru luas grup *sunspot* yang membangkitkan *flare SXR*) = (4,23; 33,66; 450) dan  $R_{2a}$  (rata-rata terkecil baru luas grup *sunspot* yang membangkitkan *flare SXR*) = (4,20; 32,83; 154,41). Sedangkan pada luas grup *sunspot* yang membangkitkan *flare H $\alpha$*  (SF; 1; 2; 3), nilai rata-rata baru terkecil ( $R_{1b}$ ) adalah (29,10; 180; 0,00; 703,80) dan nilai rata-rata baru terkecil adalah ( $R_{2b}$ ) adalah (36,01; 152,88; 377,20; 0).

Sedangkan pada grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan *flare SXR* (C; M; X), nilai rata-rata baru terkecil ( $R_{1c}$ ) adalah (4,22; 29,48; 221,94) dan nilai rata-rata baru terkecil adalah ( $R_{2c}$ ) adalah (3,39; 24,95; 110). Dan pada grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan *flare H $\alpha$*  (SF; 1; 2; 3), nilai rata-rata baru terkecil ( $R_{1d}$ ) adalah (46,12; 155,97; 410,83; 689,17) dan nilai rata-rata baru terkecil adalah ( $R_{2d}$ ) adalah (38,68; 155,39; 365,10; 0).

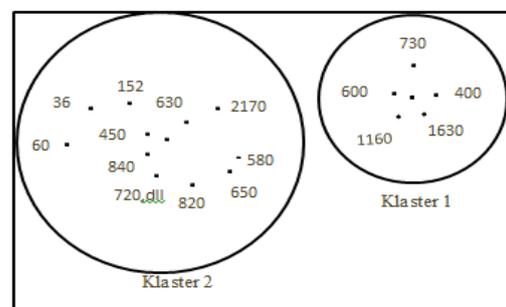
v. Menghitung jarak tiap objek ke tiap *centroid* (rata-rata) baru.

Setelah mendapatkan rata-rata baru maka langkah selanjutnya yaitu menghitung jarak tiap objek ke tiap rata-rata baru dengan menggunakan jarak Euclid. Seperti halnya langkah (iii), misalnya pada luas grup *sunspot* yang membangkitkan *flare SXR*, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 6 Hasil Jarak Tiap Objek ke Tiap *Centroid* Baru *Flare SXR* pada Luas Grup *Sunspot*

Luas Grup <i>Sunspot</i>	$R_{1a}$	$R_{2a}$
10	463,17	157,88
20	465,68	161,18
22	463,17	157,88
30	462,50	154,56
⋮	⋮	⋮
2200	331,74	160,39

Dari hasil perhitungan jarak tiap objek ke tiap rata-rata terbesar dan rata-rata terkecil lalu dibandingkan. Jika jarak suatu kelas memiliki jarak dekat dengan rata-rata terbesar maka akan masuk klaster 1. Begitu sebaliknya. Misalnya pada tabel 6, perbandingan jarak grup *sunspot* luas 20 terhadap  $R_{1a}$  dan  $R_{2a}$  yang memberikan nilai  $R_{2a} < R_{1a}$  menyatakan bahwa grup *sunspot* luas 20 tergolong klaster 2. Sehingga diperoleh luas grup *sunspot* yang tergolong klaster 1 adalah 400, 600, 730, 1160, dan 1630. Sedangkan yang tergolong klaster 2 adalah luas 10, 20, 22, 30, 36, 40, 48, 50, 60, 70, dll. Pada Tabel 6 ini menunjukkan bahwa hasil dari pengklasteran jarak tiap objek ke tiap rata-rata baru ini memiliki anggota yang sama dengan jarak tiap objek ke tiap rata-rata pada Tabel 3, sehingga proses pengklasteran berhenti. Dari hasil pengklasteran luas grup *sunspot* yang membangkitkan *flare SXR* dapat ditunjukkan pada Gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5. Hasil dari Pengklasteran Luas Grup *Sunspot* yang Membangkitkan *Flare SXR*

Pada Gambar 5 mengilustrasikan adanya pemisahan kluster 1 dan kluster 2 sesuai dengan objek-objek yang saling berdekatan jaraknya. Kluster 1 terdiri dari objek 400, 600, 730, 1160 dan 1630 mempunyai kesamaan atau kemiripan karakter dalam membangkitkan flare SXR. Hal ini juga berlaku pada kedua jenis data, yaitu luas grup sunspot yang membangkitkan flare Ha, dan grup sunspot klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan flare Ha. Namun, pada grup sunspot klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan flare SXR terjadi sebanyak tiga kali iterasi, karena pada dua kali iterasi ada pemindahan kluster yaitu Eac yang semula masuk kluster 1 ke kluster 2.

vi. Validasi kluster dengan uji ANOVA

Setelah melakukan proses clustering, langkah selanjutnya yaitu mengecek apakah variabel-variabel yang telah membentuk kluster tersebut merupakan variabel pembeda atau bukan. Misalnya hasil Anova pada luas grup sunspot yang membangkitkan flare SXR adalah sebagai berikut:

Tabel . Hasil Anova pada Luas Grup Sunspot yang Membangkitkan Flare SXR

Variabel	Rata-rata Jumlah Kuadrat	Df	Kesalahan Rata-rata Jumlah Kuadrat	Df	F <sub>hitung</sub>	F <sub>tabel</sub>
C	352872	83	185527	48	1,9	3,8
M	325098	63	260478	68	1,3	3,8
X	181472	16	306871	115	0,6	3,8

Adapun langkah pertama dalam pengujian anova yaitu menetapkan hipotesis. Hipotesis yang akan di uji dalam penelitian ini adalah H<sub>0</sub> = variabel C, M dan X bukan pembeda dalam pengklasteran  
H<sub>1</sub> = variabel C, M dan X pembeda dalam pengklasteran

kriteria uji tolak H<sub>0</sub> jika F<sub>hitung</sub> > F<sub>tabel</sub> (F<sub>α,K-1,n-k</sub>).

Tingkat signifikansi yang dipakai dalam penelitian ini adalah 5%. Pada luas grup sunspot yang membangkitkan flare SXR, nilai n = 132 dan k = 2. Sehingga F<sub>tabel</sub> = F<sub>α,K-1,n-k</sub> = F<sub>0,05,1,130</sub> = 3,8. Dari Tabel 7 menunjukkan bahwa semua ketiga variabel C, M dan X menerima H<sub>0</sub>, karena nilai jika F<sub>hitung</sub> < F<sub>tabel</sub>. Dengan demikian ketiga variabel tersebut merupakan variabel bukan pembeda dalam pengklasteran dalam luas grup sunspot yang membangkitkan flare SXR.

Hal ini juga berlaku pada luas grup sunspot yang membangkitkan flare Ha, dan grup sunspot klasifikasi Mc.Intosh yang

membangkitkan flare Ha dan grup sunspot klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan flare SXR. Bahwa semua variabel pada ketiga jenis data tersebut bukan pembeda dalam pengklasteran.

**4. Interpretasi Kluster**

Interpretasi kluster merupakan proses terakhir dari pengklasteran, yang bertujuan untuk memberi ciri spesifik atau menggambarkan isi kluster yang terbentuk. Berdasarkan penjelasan subbab (v) di atas luas grup sunspot yang membangkitkan flare SXR dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu

1. Kluster pertama, terdiri dari 5 objek yaitu luas grup sunspot 400, 600, 730, 1160, dan 1630. Luas grup sunspot ini mampu membangkitkan flare SXR kelas X dengan intensitas sebesar  $450 \times 10^{-6} \text{Watt} / \text{m}^2$ . Sehingga objek-objek dalam kluster ini berpotensi membangkitkan flare SXR tinggi.
2. Kluster kedua, terdiri dari 127 objek, misalnya luas grup sunspot 10, 20, 22, 2170, 2180 dll. Luas grup sunspot yang tergolong kluster kedua ini mayoritas membangkitkan flare SXR kelas C dan M. Namun ada luas grup sunspot yang mampu membangkitkan flare SXR kelas X dengan intensitas kurang dari  $250 \times 10^{-6} \text{Watt} / \text{m}^2$ . Sehingga kluster kedua digolongkan menjadi kelompok luas grup sunspot yang membangkitkan flare SXR rendah

Sedangkan luas grup sunspot yang membangkitkan flare Ha dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- 1) Kluster pertama, terdiri dari 5 objek yaitu 90, 630, 800, 1525 dan 2200. Luas flare Ha yang dihasilkan dari objek-objek ini mempunyai luas rata-rata di atas  $600 \times 10^{-6} \text{Watt} / \text{m}^2 \text{disk}$  matahari. Terdapat perkecualian, luas grup sunspot 90 ini mampu membangkitkan flare Ha kelas 3, karena hal ini diduga adanya suplai energi dari grup sunspot didekatnya. Sehingga kluster pertama digolongkan menjadi kelompok luas grup sunspot yang membangkitkan flare Ha tinggi.
- 2) Kluster kedua, terdiri dari 127 objek misalnya 10, 20, 200, 210, 1230, dll. Kluster ini memiliki rata-rata luas grup sunspot yang membangkitkan flare Ha relatif lebih rendah dari kluster pertama. Sehingga kluster kedua dapat digolongkan menjadi kelompok luas grup sunspot yang membangkitkan flare Ha rendah.

Grup sunspot klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan flare SXR dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- 1) Kluster pertama, terdiri dari 5 objek yaitu Eko, Eki, Fki, Ekc dan Fkc. Grup sunspot klasifikasi Mc.Intosh ini mampu membangkitkan flare SXR kelas X dengan intensitas lebih dari  $150 \times$

$10^{-6} \text{Watt} / \text{m}^2$ . Grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang masuk ke klaster 1 ini merupakan grup *sunspot* yang mempunyai dua kutub dengan ukuran besar dan luas daerah aktif lebih dari  $10^0$  bujur. Sehingga klaster pertama dapat digolongkan menjadi kelompok grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan *flare SXR* dengan intensitas yang besar.

- 2) Klaster kedua, terdiri dari 33 objek misalnya Cro, Cao, Cso, dll. Objek-objek dalam klaster ini rata-rata hanya mampu membangkitkan *flare SXR* kelas C dan M. Namun, ada grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan *flare* kelas X dengan intensitas kurang dari  $150 \times 10^{-6} \text{Watt} / \text{m}^2$ . Sehingga klaster kedua dapat digolongkan menjadi kelompok kelas grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan *flare SXR* dengan intensitas rendah.

Sedangkan grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan *flare H $\alpha$*  dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Klaster pertama, terdiri dari 3 objek yaitu Dso, Fki, dan Fkc. Grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh ini mampu membangkitkan *flare H $\alpha$*  kelas 3 dengan luas penampang lebih dari  $600 \times 10^{-6} \text{disk}$  matahari. Sehingga klaster pertama dapat digolongkan menjadi kelompok kelas Mc.Intosh yang membangkitkan *flare H $\alpha$*  tinggi.
2. Klaster kedua, terdiri dari 35 objek misalnya kelas Cro, Cao, Cso dll. Grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang masuk ke klaster ini mayoritas membangkitkan *flare H $\alpha$*  kelas Sf, 1 dan 2. Sehingga klaster kedua dapat digolongkan menjadi kelompok kelas Mc.Intosh yang membangkitkan *flare H $\alpha$*  rendah.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data luas grup *sunspot* dan data grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan *flare SXR* dan *H $\alpha$*  menggunakan metode *K-means*. Dapat disimpulkan tergolong menjadi 2 klaster yaitu berdasarkan rata-rata terbesar dan rata-rata terkecil. Berikut hasil klaster yang diperoleh:

1. Klaster luas grup *sunspot* yang membangkitkan *flare SXR* adalah:
  - a. Klaster pertama terdiri dari 5 objek tergolong grup *sunspot* yang membangkitkan *flare SXR* kelas X, dengan intensitas rata-rata  $280,245 \times 10^{-6} \text{Watt} / \text{m}^2$ .
  - b. Klaster kedua terdiri dari 127 objek dan digolongkan menjadi klaster yang mampu membangkitkan *flare SXR* kelas M, dengan intensitas rata-rata  $27,87 \times 10^{-6} \text{Watt} / \text{m}^2$ .

2. Klaster luas grup *sunspot* yang membangkitkan *flare H $\alpha$*  adalah:
  - a. Klaster pertama tergolong luas grup *sunspot* yang mampu membangkitkan *flare H $\alpha$*  kelas 2, dengan luas rata-rata  $491,45 \times 10^{-6} \text{disk}$  matahari.
  - b. Klaster kedua tergolong klaster yang mampu membangkitkan *flare H $\alpha$*  kelas 1, dengan luas rata-rata  $116,84 \times 10^{-6} \text{disk}$  matahari.
3. Klaster grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan *flare SXR* adalah:
  - a. Klaster pertama tergolong klaster yang mampu membangkitkan *flare SXR* kelas M dengan intensitas rata-rata  $85,21 \times 10^{-6} \text{Watt} / \text{m}^2$ .
  - b. Klaster kedua tergolong klaster yang mampu membangkitkan *flare SXR* kelas M dengan intensitas rata-rata  $14,59 \times 10^{-6} \text{Watt} / \text{m}^2$ .
4. Klaster grup *sunspot* klasifikasi Mc.Intosh yang membangkitkan *flare H $\alpha$*  adalah:
  - a. Klaster pertama tergolong klaster yang mampu membangkitkan *flare H $\alpha$*  kelas 2, dengan luas rata-rata  $314,92 \times 10^{-6} \text{disk}$  matahari.
  - b. Klaster kedua tergolong klaster yang dapat membangkitkan *flare H $\alpha$*  kelas 2 dengan luas rata-rata  $130,37 \times 10^{-6} \text{disk}$  matahari.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Sitepu, Irmehyana and B. Gulton, "Analisis Cluster terhadap Tingkat Pencemaran Udara pada Sektor Industri di Sumatera Selatan," *Jurnal Penelitian Sains*, pp. 11-17, 2011.
- [2] Widarjono, Analisis Statistika Multivariat Terapan, Yogyakarta: Unit Penerbit dan Penerbit Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN, 2010.
- [3] Narimawati, Teknik-teknik Analisis Multivariat Riset Ekonomi, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2008.
- [4] A. Abdillah, Analisis Klaster pada Grup Sunspot Klasifikasi Mc. Intosh Yang Berpotensi Membangkitkan Flare (Data Noaa, Studi Kasus di BPD LAPAN Watukosek), Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, 2014.
- [5] Gundono, Analisis Data Multivariat, Yogyakarta: BPFE-YOGJAKARTA, 2011.
- [6] S. Yulianto and K. H. Hidayatullah, "Analisis Klaster Untuk Pengelompokan Kabupaten/Kota Di Provinsi Jawa Tengah Berdasarkan Indikator Kesejahteraan Rakyat," *jurnal statistik*, pp. 56-63, 2014.
- [7] S. Ghosh and S. K. Dubey, "Comperative

Analysis of K-Means and Fuzzy C-Means Algorithms," *Internasional Journal of Advance Computer Science and Applications*, pp. 35-39, 2013.

- [8] B. Nurgiyantoro, *Statistik Terapan*, Yogyakarta: Gadjadara University Press, 2009.
- [9] A. Yamami, "Klasifikasi Flare Matahari," 8 Agustus 2010. [Online]. Available: <http://langitselatan.com/2010/08/08/klasifikasi-flare-matahari/>. [Accessed 15 Februari 2015].
- [10] M. Nathanael, "Flare Matahari dan Pengamatannya," 31 Agustus 2010. [Online]. Available: <http://langitSelatan.com/2010/08/31/flare-matahari-danpengamatannya/>. [Accessed 15 Februari 2015].