

PENGELOMPOKAN SUNSPOT PADA CITRA DIGITAL MAHATARI MENGUNAKAN METODE CLUSTERING DBSCAN

Gregorius Satia Budhi¹, Rudy Adipranata², Matthew Sugiarto³, Bachtiar Anwar⁴, Bambang Setiahad⁵

^{1,2,3} Universitas Kristen Petra Surabaya.

Siwalankerto 121-131, Surabaya

E-mail: greg@petra.ac.id, rudya@petra.ac.id

⁴ Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)

Jl. Dr. Djundjuran 133, Bandung 40173.

E-mail: bachtiaara@yahoo.com

⁵ Stasiun Pengamat Dirgantara (SPD) LAPAN

Watukosek, Gempol, POBox 04, Pasuruan.

E-mail: bambangsetiahad@rocketmail.com

ABSTRAK

Penelitian yang dipublikasikan ini adalah bagian dari penelitian yang lebih besar dengan judul "Klasifikasi Otomatis Kelompok Bintik Matahari Untuk Menganalisa Kondisi Cuaca Antariksa" yang kami lakukan berkerjasama dengan peneliti-peneliti dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). Dalam penelitian tersebut akan dilakukan klasifikasi terhadap kelompok-kelompok bintik matahari (sunspot) pada citra digital matahari berdasarkan sistem klasifikasi "Modified - Zurich Sunspot Classification". Sebelum dilakukan proses klasifikasi, yang direncanakan akan menggunakan metode jaringan saraf tiruan, harus dilakukan beberapa pemrosesan terhadap citra matahari itu yaitu perbaikan citra digital matahari, deteksi lokasi bintik matahari dan terakhir pengelompokan bintik matahari. Hasil penelitian tentang perbaikan citra digital dan deteksi lokasi bintik matahari telah dipublikasikan sebelumnya. Sementara untuk dapat mengelompokkan bintik matahari yang berdekatan digunakan metode clustering DBSCAN. Secara teoritis metode ini cukup tepat digunakan, karena secara manual bintik matahari dikelompokkan berdasarkan kedekatan jaraknya dengan bintik matahari lainnya. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa metode DBSCAN terbukti tepat untuk mengelompokkan bintik matahari, karena dapat menghasilkan kelompok - kelompok yang sama dengan hasil pengelompokan secara manual yang dilakukan oleh pakar.

Kata Kunci: Pengelompokan bintik matahari (sunspot), clustering, image data mining, DBSCAN.

1. PENDAHULUAN

Matahari merupakan sumber energi tak terbatas bagi kehidupan di bumi. Namun, selain sebagai sumber energi, matahari juga memberikan 'gangguan' ke lingkungan antariksa sekitar bumi serta kehidupan di bumi dalam bentuk badai matahari (*solar storm*). Dengan semakin meningkatnya ketergantungan kehidupan manusia dengan teknologi modern, baik fasilitas di permukaan bumi dan antariksa di sekitar bumi, kemunculan 'gangguan' dari matahari harus diantisipasi.

Sumber gangguan dari matahari diantaranya berupa ledakan dahsyat (*flare*) dan pelontaran massa korona (*Coronal Mass Ejection / CME*). Kedua tipe gangguan ini pada umumnya berasal dari kelompok bintik matahari (*sunspot*). Bintik matahari berevolusi dari bintik kecil dengan aktivitas rendah berkembang menjadi konfigurasi yang sangat kompleks dengan kemungkinan mempunyai aktivitas tinggi, yaitu mengeluarkan ledakan-ledakan ataupun pelontaran massa korona. Untuk mengetahui tingkat kompleksitas bintik matahari dan aktivitasnya digunakan klasifikasi bintik matahari *Modified - Zurich* guna mengklasifikasikan jenis bintik matahari tersebut. Informasi mengenai klasifikasi ini sangat

penting untuk menganalisa cuaca antariksa (*space weather*).

Sebelum dilakukan proses klasifikasi yang direncanakan menggunakan metode jaringan saraf tiruan, harus dilakukan beberapa pemrosesan terhadap citra matahari itu yaitu perbaikan citra digital matahari, deteksi lokasi bintik matahari dan terakhir pengelompokan bintik matahari. Hasil penelitian tentang perbaikan citra digital dan deteksi lokasi bintik matahari telah dipublikasikan sebelumnya (Adipranata, 2010). Sementara untuk dapat mengelompokkan bintik matahari yang berdekatan digunakan metode clustering DBSCAN. Secara teoritis metode data mining ini cukup tepat digunakan, karena secara manual bintik matahari dikelompokkan berdasarkan kedekatan jaraknya dengan bintik matahari lainnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

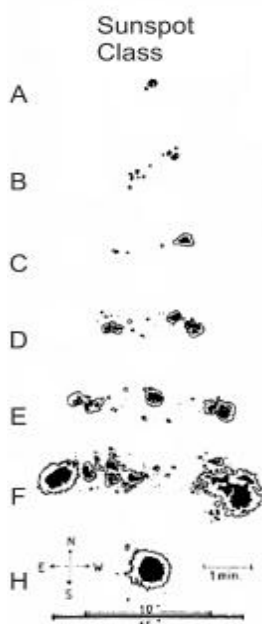
2.1 Klasifikasi Bintik Matahari (*Sunspot*)

Bintik matahari (*sunspot*) merupakan perpotongan tabung medan magnet matahari (*magnetic flux tube*) dengan fotosfer. Bintik matahari tampak hitam karena medan magnet mempunyai efek pendinginan sehingga suhu bintik matahari lebih rendah dari sekitarnya. Medan magnet bintik

matahari terbukti merupakan sumber energi gangguan dari matahari, misalnya ledakan dahsyat (*flare*) atau pelontaran massa korona (*Coronal Mass Ejection / CME*) (Setiahadi et.al., 2006). Fenomena ini dapat mengganggu lingkungan antariksa di sekitar Bumi maupun fasilitas teknologi dan kehidupan di permukaan Bumi (Lanzerotti, 2001; Boteler, 2001; Bothmer and Daglis, 2007).

Karena bintik matahari merupakan perpotongan tabung medan magnet dengan fotosfer, pemunculan bintik matahari diawali dengan sebuah bintik hitam berukuran kecil. Seiring dengan waktu, bila tabung medan magnet terus-menerus keluar dari dalam matahari akibat gaya apung (*buoyancy force*), maka akan tampak dua buah bintik dengan polaritas medan magnet berlawanan (*bipolar*). Bintik matahari berkembang menjadi konfigurasi lebih kompleks, yaitu jumlah bintik dan luas bertambah. Semakin kompleks suatu konfigurasi bintik matahari, semakin besar kemungkinan terjadi ketidakstabilan (*instability*) medan magnet sehingga memicu peristiwa *flare* atau CME (Anwar et.al., 1993; Setiahadi, 2005).

Tahapan evolusi bintik matahari dinyatakan dalam “*Modified - Zurich Sunspot Classification*”, yaitu kelas A, B, C, D, E, F (tingkat kompleksitas bertambah) dan kemudian berangsur-angsur menurun hingga akhirnya menjadi kelas H. Gambar klasifikasi terdapat pada Gambar 1 (McIntosh, 1990).



Gambar 1. Klasifikasi “*Modified - Zurich Sunspot Classification*”

2.2 Multimedia Data Mining

Multimedia data mining adalah pencarian pola menarik tertentu (*interesting pattern*) dari *multimedia database* yang menyimpan banyak obyek

- obyek multimedia, seperti: data audio, data gambar (*image*), data video, data sekuensial dan data *hypertext*. Hal - hal yang biasa diteliti dalam multimedia data mining adalah *content based retrieval*, *similarity search*, generalisasi, analisa multidimensi, klasifikasi, prediksi, *association mining* dan *audio & video mining*.

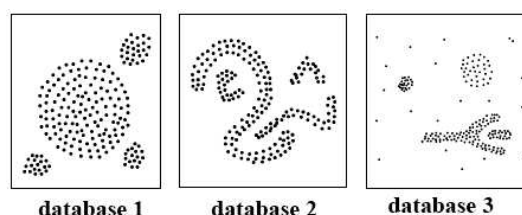
Salah satu bagian dari *multimedia data mining* adalah *image data mining*. *Image data mining*, khususnya klasifikasi dan *clustering* berhubungan langsung dengan analisa gambar digital dan *scientific data mining*. Oleh sebab itu banyak metode analisa gambar dan *scientific data mining* yang dapat diaplikasikan pada *image data mining* (Han, 2006).

2.3 Clustering

Clustering adalah sebuah metode untuk mengelompokkan beberapa macam obyek yang serupa (*similar*) kedalam *class - class*. Sebuah *cluster* adalah sekumpulan data yang mirip satu sama lain dan tidak mirip dengan data - data pada *cluster* lain. *Clustering* berbeda dengan klasifikasi karena pada *clustering* tidak ada *class - class* target yang telah diset sebelumnya. *Clustering* algoritma akan berusaha membagi data yang ada menjadi kelompok - kelompok data dimana data pada kelompok (*cluster*) yang sama relatif lebih homogen bila dibandingkan dengan data - data pada kelompok lain. *Clustering* berusaha memaksimalkan kesamaan (*similarity*) dari data - data pada *cluster* yang sama dan meminimalkan kesamaannya dengan data - data pada *cluster* lainnya (Larose, 2005).

2.4 Density Based Cluster

Density Based Cluster adalah sekelompok set data yang memiliki bentuk *cluster* seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. *Density Based Cluster* (Ester, 1996)

Alasan utama mengapa *cluster - cluster* pada Gambar 2 dapat dibentuk adalah karena kepadatan *point - point* data pada sebuah *cluster* relatif lebih padat bila dibandingkan dengan *point - point* data diluar *cluster* (Ester, 1996).

2.5 DBSCAN: Density Based Spatial Clustering of Applications with Noise

Menurut Ester (1996), DBSCAN adalah sebuah metode / algoritma yang dapat digunakan untuk membentuk *cluster - cluster* data dari sebuah database seperti yang tampak pada Gambar 2.

Adapun algoritma DBSCAN dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

```
DBSCAN (SetOfPoints, Eps, MinPts)
// SetOfPoints is UNCLASSIFIED
ClusterId := nextId(NOISE);
FOR i FROM 1 TO SetOfPoints.size DO
  Point := SetOfPoints.get(i);
  IF Point.ClId = UNCLASSIFIED THEN
    IF ExpandCluster(SetOfPoints,
                     Point, ClusterId,
                     Eps, MinPts) THEN
      ClusterId:=
      nextId(ClusterId)
    END IF
  END IF
END FOR
END; // DBSCAN
```

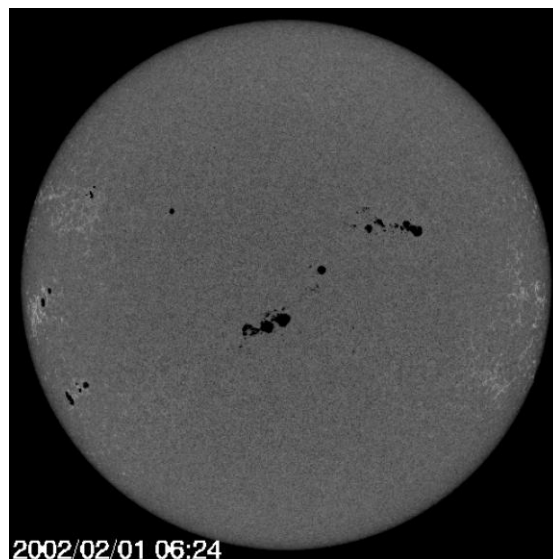
Gambar 3. Algoritma DBSCAN

```
ExpandCluster(SetOfPoints, Point, ClId,
              Eps, MinPts) : Boolean;
seeds:=SetOfPoints.regionQuery(Point,Eps);
IF seeds.size<MinPts THEN // no core point
  SetOfPoint.changeClId(Point,NOISE);
  RETURN False;
ELSE // all points in seeds are density-
  // reachable from Point
  SetOfPoints.changeClIds(seeds,ClId);
  seeds.delete(Point);
  WHILE seeds <> Empty DO
    currentP := seeds.first();
    result :=
    SetOfPoints.regionQuery(currentP, Eps);
    IF result.size >= MinPts THEN
      FOR i FROM 1 TO result.size DO
        resultP := result.get(i);
        IF resultP.ClId IN
        {UNCLASSIFIED, NOISE} THEN
          IF resultP.ClId = UNCLASSIFIED
          THEN
            seeds.append(resultP);
          END IF;
          SetOfPoints.changeClId(resultP,ClId);
        END IF; //UNCLASSIFIED or NOISE
      END FOR;
    END IF; // result.size >= MinPts
    seeds.delete(currentP);
  END WHILE; // seeds <> Empty
  RETURN True;
END IF
END; // ExpandCluster
```

Gambar 4. Algoritma ExpandCluster

3. PENGELOMPOKAN BINTIK MATAHARI MENGGUNAKAN DBSCAN

Pada Gambar 5 dapat dilihat contoh sebuah citra digital matahari yang diambil menggunakan instrumen MDI Continuum / SOHO. Pada citra tersebut terdapat beberapa kelompok bintik hitam / sunspot dari matahari.

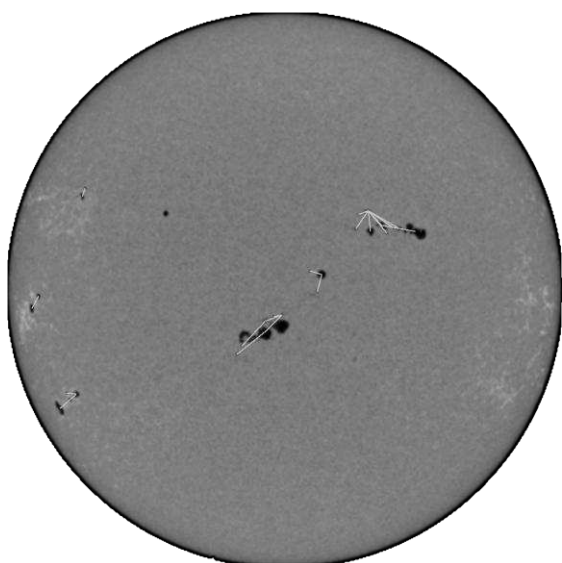


Gambar 5. Citra Matahari yang diambil pada tanggal 1 Februari 2002 menggunakan instrumen MDI Continuum / SOHO

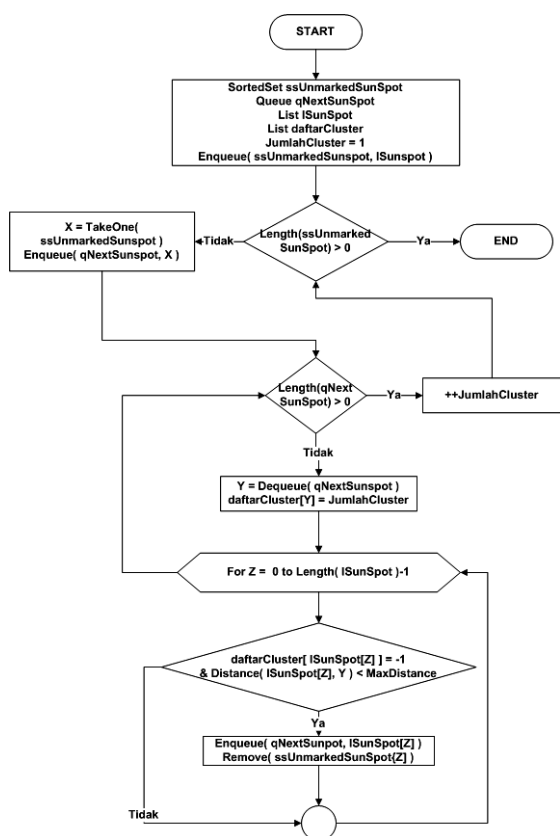
Citra bintik matahari seperti pada Gambar 5 akan diproses terlebih dahulu menggunakan beberapa metode pengolahan citra seperti *grayscale*, *blur* dan *brightness* sebelum mulai dicari lokasi dimana bintik matahari berada menggunakan metode *watershed* (Adipranata, 2010).

Bila dilihat secara manual, bintik pada matahari tersebut membentuk kelompok - kelompok bintik matahari dengan bentuk kurva yang tidak beraturan. Bentuk - bentuk kurva kelompok seperti ini sulit untuk dideteksi secara otomatis bila memakai metode *clustering* yang biasa digunakan seperti *k-mean* atau *k-medoid*. Selain harus ditentukan jumlah *cluster*-nya, titik pusat cluster cenderung akan membentuk hasil *cluster* yang berbentuk *oval* atau *elips*, sementara kurva kelompok bintik matahari memiliki bentuk yang tidak beraturan.

Peneliti mencoba algoritma lain yang dianggap cocok, yaitu DBSCAN. Pada DBSCAN jumlah *cluster* yang dihasilkan tidak dibatasi dan tergantung pada jarak tiap bintik matahari terhadap bintik lainnya. Metode *clustering* DBSCAN bergerak dari satu titik ke titik yang lain dan menghasilkan bentuk kurva *cluster* yang tidak beraturan, sesuai dengan posisi masing - masing titik yang bertetangga, hal ini sesuai dengan bentuk kelompok bintik matahari. Hasil *clustering* / pengelompokan bintik matahari dengan DBSCAN untuk Gambar 5 dapat dilihat pada Gambar 6. Sesuai dengan informasi dari peneliti kami dari LAPAN, dua buah bintik matahari dianggap tidak bertetangga / tidak dalam kelompok yang sama bila berjarak lebih dari 100.000 km. Informasi ini dikonversi otomatis menjadi pixel sesuai dengan tinggi dan lebar citra dan digunakan dalam proses DBSCAN. Flowchart proses DBSCAN dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Hasil *clustering* bintang matahari untuk Citra Matahari pada Gambar 5

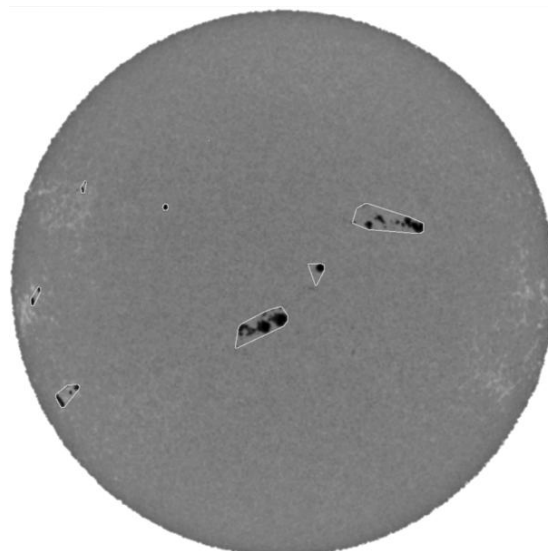


Gambar 7. Flowchart proses DBSCAN untuk *clustering* bintang matahari

Selanjutnya akan dicari dan ditandai tepi dari tiap - tiap kelompok bintang matahari, agar nantinya dapat dengan mudah dilakukan proses '*cropping*' untuk tiap kelompok. Hasil deteksi tepi tiap kelompok

bintang matahari dapat dilihat pada Gambar 8. Hasil *cropping* citra serta data pendukung yang berhasil digali dari tiap kelompok bintang matahari, seperti: panjang, lebar, jumlah bintang dalam kelompok, dan data - data lainnya akan digunakan dalam penelitian selanjutnya, yaitu klasifikasi otomatis bintang matahari berdasarkan sistem klasifikasi "*Modified - Zurich Sunspot Classification*" menggunakan metode jaringan saraf tiruan. Pada penelitian tersebut akan kami coba dan bandingkan hasil klasifikasi tiga buah metode jaringan saraf tiruan, yaitu: *Backpropagation Neural Network*, *Probabilistic Neural Network* dan *Self-Organized Map / Kohonen*.

Tujuan akhir dari penelitian ini adalah adanya sebuah *software* aplikasi klasifikasi bintang matahari otomatis guna mendukung sistem *early warning* terjadinya gangguan di bumi akibat adanya badai matahari (*solar storm*) yang sedang dikembangkan oleh LAPAN. Gangguan tersebut dapat mengacaukan gelombang radio dan sistem komunikasi di lokasi bumi tertentu yang terkena dampak dari badai matahari.

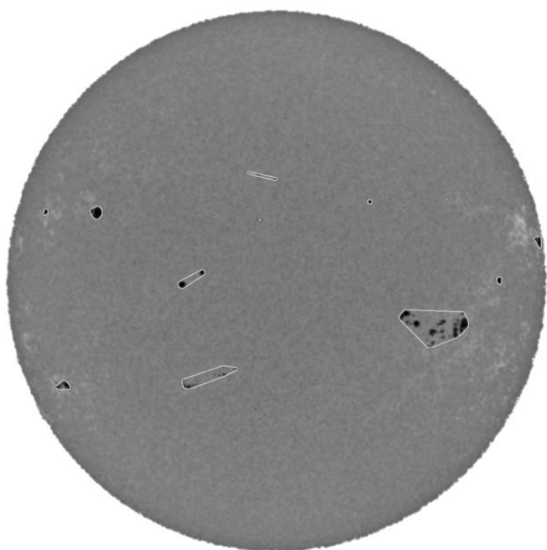


Gambar 8. Hasil deteksi tepi kelompok - kelompok bintang matahari pada Gambar 6

Untuk menguji apakah hasil *clustering* / pengelompokan dengan DBSCAN telah sesuai dengan harapan, peneliti mencobakan aplikasi ini pada 25 macam citra matahari. Dengan batasan jarak antar bintang matahari yang bertetangga sebesar 100.000 km, hasil pengelompokan bintang matahari pada 25 macam citra matahari telah benar semua karena sesuai dengan hasil pengelompokan yang dilakukan secara manual oleh pakar bintang matahari dari LAPAN. Hasil Clustering dapat dilihat pada Tabel 1. Sebagai contoh lain dapat dilihat pada Gambar 9.

Tabel 1. Hasil Clustering 25 macam Citra Matahari

No	Waktu Pengambilan Citra Matahari	Jumlah Cluster	No	Waktu Pengambilan Citra Matahari	Jumlah Cluster
1	01/02/2002 06:24	7	14	04/02/2002 17:36	12
2	01/02/2002 09:50	8	15	04/02/2002 22:24	11
3	01/02/2002 14:24	8	16	05/02/2002 00:00	11
4	01/02/2002 20:48	8	17	05/02/2002 01:36	12
5	02/02/2002 06:24	8	18	13/02/2002 21:03	6
6	02/02/2002 09:13	9	19	13/02/2002 21:30	6
7	02/02/2002 17:36	10	20	13/02/2002 22:29	6
8	02/02/2002 22:24	11	21	14/02/2002 00:59	5
9	03/02/2002 00:00	12	22	14/02/2002 01:37	5
10	03/02/2002 06:24	12	23	14/02/2002 16:14	5
11	03/02/2002 17:36	10	24	14/02/2002 22:24	5
12	03/02/2002 20:48	11	25	15/02/2002 00:00	6
13	04/02/2002 00:00	10			



Gambar 9. Hasil pengelompokkan bintik matahari pada sampel citra matahari yang diambil pada tanggal 4 Februari 2002

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa metode DBSCAN terbukti tepat untuk mengelompokkan bintik matahari, karena dapat menghasilkan kelompok - kelompok yang sama dengan hasil pengelompokan secara manual, yang dilakukan oleh pakar bintik matahari dari LAPAN. Hasil / output dari penelitian ini akan dapat mendukung penelitian selanjutnya yaitu: klasifikasi otomatis bintik matahari berdasarkan sistem klasifikasi "Modified - Zurich Sunspot Classification" menggunakan metode jaringan saraf tiruan.

PERNYATAAN

Penelitian ini didanai dari Penelitian Hibah Bersaing DP2M Ditjen Dikti Depdiknas (101/SP2H/PP/DP2M/3/2010) dengan judul "Klasifikasi Otomatis Kelompok Bintik Matahari Untuk Menganalisa Kondisi Cuaca Antariksa"

PUSTAKA

- Adipranata, R., Budhi, G.S., Setiahadhi, B., dan Anwar, B. (2010). Segmentasi Bintik Matahari Menggunakan Metode Watershed. *Konferensi Nasional Sistem & Informatika Bali*.
- Anwar, B., Acton, L.W., Makita, M., Hudson, H. S., McClymont, A.N. and Tsuneta, S. (1993). *Rapid Sunspot Motion During A Major Solar Flare*, Solar Physics, 147, pp. 287-303, Kluwer Academic Publisher.
- Boteler, D.H. (2001). *Space Weather Effects on Power Systems*, Space Weather. Geophysical Monograph 125, pp. 347
- Bothmer, V. and Daglis, I.A. (2007). *Space Weather, Physics and Effects*, Springer-Praxis Publishing.
- Ester, M., Kriegel H.P., Sander J., and Xu, X. (1996). A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise. *Proceedings of 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*.
- Han, J. and Kamber, M. (2006). *Data mining: Concepts and techniques 2nd Edition*, San Fransisco: Morgan Kaufmann, 2006.
- Lanzerotti, L.J. (2001). *Space Weather Effects on Technologies*. Space Weather, Geophysical Monograph 125, pp. 11.
- Larose, D.T. (2005). *Discovering knowledge in data : an introduction to data mining*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- McIntosh, P.S. (1990). *The Classification of Sunspot Groups*, Solar Physics, 125 vol. 125 no.2, pp. 251-267.
- Setiahadhi, B. (2005). Problems of Equilibria and Instabilities on Solar Coronal Magnetic Fields and Its Evolution Towards Energetic Energy Liberation: Effect to Interplanetary Space. *Prosiding Seminar Nasional Matematika, FMIPA UNDIP, E1, pp 1*.
- Setiahadhi, B., Sakurai, T., Miyazaki, H., and Hiei, E. (2006). Research on Magnetohydrodynamic Transport Phenomena in Solar-Terrestrial Space at LAPAN Watukosek 2006. *Prosiding Seminar Antariksa Nasional III, Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN, Bandung, pp. 17*.