

# KAJIAN PEMBANGUNAN SITUS OBSERVATORIUM PENGAMAT MATAHARI DI INDONESIA TIMUR

EMANUEL SUNGGING MUMPUNI

Bidang Matahari dan Antariksa,  
Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa – LAPAN  
e-mail: nggieng@bdg.lapan.go.id

**ABSTRAK.** Pengamatan landas Bumi berkelanjutan memegang peranan penting dalam pemantauan cuaca antariksa dan penginformasian situasi terkini. Oleh karena itu, maka perlu adanya pemantauan berkelanjutan pada Matahari. Sebagai upaya mengembangkan kemampuan pemantauan berkelanjutan tersebut, maka telah dilakukan kajian pada kandidat situs observatorium di wilayah Indonesia Timur, sehingga pemantauan berkelanjutan Matahari dapat dilakukan dalam rentang waktu yang lebih panjang.

**ABSTRACT.** *Continuous ground based observation plays important role on monitoring space weather and its actual situation. For that reason, there is a need to have a monitoring system to observe the Sun continually. As a capacity improvement for monitoring, the study has been conducted in a selected site in Eastern Indonesia, as the candidate for new observatory, to expand the time-span for solar observing in Indonesia.*

**KATA KUNCI:** cuaca antariksa, observatorium matahari, uji situs.

**KEY WORDS:** *space weather, solar observatory, site testing.*

## 1. Pendahuluan

Cuaca antariksa dalam definisi, adalah sebuah kondisi yang berlaku pada wilayah troposfer yang membentang sampai ruang antar planet yang dipenuhi oleh medan magnetik yang sangat berfluktuasi dan partikel-partikel berenergi tinggi. Perubahan lingkungan antariksa yang secara bersama-sama antara medan magnetik dan partikel energi tinggi tersebut, mengubah lingkungan angkasa di sekitar Bumi (Baker, 2002).

Cuaca antariksa telah diketahui memberikan dampak yang nyata pada teknologi yang berkembang saat ini (Lyon, 2000, dan referensi lain yang ada di dalamnya), dengan penggerak utama cuaca antariksa adalah Matahari (Baker, 2002).

Pemadaman listrik di Quebec Kanada selama lebih dari 8 jam pada tahun 1989 akibat badai besar dari Matahari; kegagalan satelit Galaxy IV pada 19 Mei 1998 yang menyebabkan gangguan pada puluhan juta pelanggan telepon, penyeranta (*pager*) dan berbagai perangkat komunikasi lainnya; keduanya merupakan contoh nyata bagaimana cuaca antariksa mempengaruhi teknologi yang berkembang saat ini (Baker, 2002).

Oleh karena itu, pengamatan Matahari menjadi sangat diperlukan dalam telaah saat terjadinya (*nowcasting*) dan perkiraan apa yang akan terjadi (*forecasting*) dampak dari cuaca antariksa (Hochedez, 2005).

Cuaca antariksa dipahami dari adanya fenomena-fenomena yang teramati, terutama dari fenomena yang terjadi di Matahari, sebagai penggerak utama cuaca antariksa. Pemantauan pada fenomena Matahari, sangat penting dalam melakukan telaah tentang dinamika cuaca antariksa tersebut melalui dua uraian, yaitu telaah pada saat terjadi (*nowcasting*), yaitu telaah *real time*, untuk mendapatkan informasi apakah suatu kejadian merupakan kejadian yang akan berpengaruh pada lingkungan Bumi, (*geoefektif*) dan memperkirakan seberapa tingkat gangguan itu bisa terjadi.

Sedangkan untuk telaah yang akan terjadi (*forecasting*) adalah melakukan telaah pada petunjuk-petunjuk kejadian (*precursor*), sehingga bisa menentukan apabila suatu kejadian akan terjadi dalam rentang waktu tertentu.

Kajian terkini berbagai negara mengenai cuaca antariksa telah menunjukkan perlunya pengamatan berkelanjutan cuaca antariksa. Kajian dari program cuaca antariksa Eropa menunjukkan bahwa para pengguna membutuhkan data yang lebih komplit, analisis yang lebih lengkap yang bisa mengkarakterisasi sistem, model yang lebih baik pada statik dan dinamikanya, prediksi yang lebih laik dan pemahaman yang lebih baik (Horne, 2003).

Sedangkan *American Meteorological Society* memberikan rekomendasi pada pemantauan cuaca antariksa yang berkelanjutan oleh institusi negara, dan memperoleh data pemantauan yang penting, peningkatan kemampuan peramalan dan tersedia pada pengguna yang luas (AMS Statement, 2008).

Di Indonesia, pemantauan situasi cuaca antariksa dilaksanakan oleh Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Pusfatsains LAPAN). Pada saat ini, Pusfatsains LAPAN Bandung telah menyediakan berbagai data yang terkait dengan cuaca antariksa.

Salah satu aspek penting pengamatan, yaitu pada pengamatan  $H\alpha$  pernah dilakukan oleh LAPAN, pada periode 1990-an, tetapi pada saat ini tidak beroperasi. Pengamatan  $H\alpha$  sangatlah penting dalam memahami peristiwa yang terjadi pada wilayah kromosfer Matahari, yang memberikan pengaruh terhadap cuaca antariksa.

Oleh karena itu, untuk meningkatkan kemampuan pengamatan Matahari, karena Matahari berperan penting sebagai penggerak utama Cuaca Antariksa, perlu melakukan pengembangan kemampuan dalam pemantauan Matahari dengan mempertimbangkan untuk membangun stasiun Pengamat Matahari yang berkemampuan melakukan pengamatan Matahari secara berkesinambungan, terutama pada pengamatan  $H\alpha$ .

## 2. Perencanaan Observatorium Matahari LAPAN

Dalam upaya peningkatan kemampuan pengamatan Matahari, maka telah direncanakan untuk membangun suatu situs pengamatan Matahari di wilayah Indonesia Timur. Tujuan utama penelitian ini adalah mengkaji situs yang menjadi kandidat lokasi yang memungkinkan terbangunnya fasilitas pemantau Matahari (observatorium), yang dapat melakukan pemantauan pada rentang  $H\alpha$ .

Dari hasil kajian tersebut, maka keluarannya adalah berupa rekomendasi tentang fasilitas apa yang bisa dibangun pada situs yang tersedia tersebut.

Lokasi yang dipertimbangkan sebagai kandidat observatorium Matahari adalah Stasiun Pengamat Dirgantara LAPAN di Biak, Papua, ( $1^{\circ}10'.465$  S  $136^{\circ}06'.057$  T, 43 m DPL), dan ada empat alasan utama pemilihan lokasi tersebut.

Alasan pertama adalah luasnya wilayah Indonesia, yang mencapai tiga zona waktu, sehingga pemilihan lokasi pada tepi timur wilayah Indonesia, menyebabkan kemungkinan rentang waktu pengamatan dapat diperluas, sehingga pemantauan berkelanjutan pada Matahari bisa dimungkinkan untuk dilakukan lebih awal dibandingkan yang saat ini telah berjalan.

Kedua adalah, wilayah Timur yang dipilih secara geografis berada di dekat Katulistiwa, menyebabkan lintasan Matahari di atas wilayah Indonesia hampir selalu 12 jam sehari, selama sepanjang tahun.

Ketiga, dari kajian tentang program cuaca antariksa ESA (European Space Agency) (Pick, 2002), dibutuhkan adanya cakupan pengamatan terus menerus dari pengamatan landas Bumi yang membutuhkan adanya kerjasama internasional. Rekomendasi yang diberikan adalah adanya peralatan optik yang terpasang pada suatu situs yang telah diuji

kondisinya (i.e., *seeing*), dengan beberapa segmen penelitian disampaikan pada tabel 2.1. berikut:

**Tabel 2.1.** Segmen landas bumi untuk studi cuaca antariksa (Pick, 2000), sebagian telah dimiliki oleh LAPAN.

Matahari, Medium antar Planet	Ionosfer, Termosfer
Radiospektrograf	GPS (Galileo)
10 cm flux	Ionosonde
Citra radio	Superdarn
Pengukuran IPS	Jaringan intermagnet
Detektor muon	
Magnetograf vektor	
Pencitraan Halpha	

Dengan peningkatan kemampuan dalam pemantauan cuaca antariksa, maka membuka kesempatan bagi para peneliti untuk bisa berkontribusi pada kegiatan kerjasama internasional.

Keempat, data citra hasil pengamatan  $H\alpha$  merupakan perangkat krusial dalam memahami fenomena yang berubah dengan cepat pada kromosfer Matahari dan lapisan yang lebih di atasnya lagi (Otruba, 2005). Sedangkan dinamika pada kromosfer berperan penting pada perubahan aktivitas pada permukaan Matahari (Pevtsov et al., 2003), sehingga dengan pemantauan yang lebih memadai, maka telaah cuaca antariksa dapat dilakukan dengan lebih baik lagi.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut, maka pada tahun 2009 telah dilakukan kajian mengenai kemungkinan pemanfaatan situs SPD Biak milik LAPAN sebagai kandidat situs observatorium Matahari yang berada di wilayah Timur Indonesia.

### 3. Metodologi

Kajian situs dilakukan dengan pengukuran fotometri, spektroskopi dan pengukuran *seeing* (kenampakan), dengan spesifikasi peralatan yang dipergunakan diuraikan pada tabel 3.1.

**Tabel 3.1.** Spesifikasi peralatan yang dipergunakan pada pengamatan di SPD LAPAN Biak.

Metode	Instrumentasi
Kolektor spektroskopi & seeing	Schmidt-Cassegrain 8" ", (200 mm, f/10).
Penganalisa	Spektrograf (dispersi 5.4 Å, rentang 4130 Å).

Metode	Instrumentasi
Detektor spektroskopi	CCD 1600 × 1200, 7,4 μ/pix
Detektor fotometri	Standar DSLR
Detektor seeing	STV DIMM Monitor.

### 3.1. Metode Fotometri

Pengukuran fotometri ditujukan untuk memperoleh informasi kecerlangan langit latar belakang, mempergunakan metode fotometri, ditransformasikan dari sistem yang bergantung instrumen, dikalibrasi, menjadi magnitudo standar.

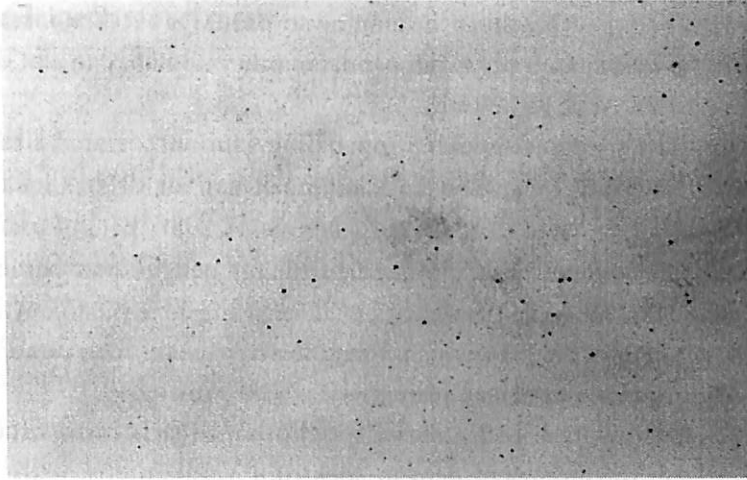
Kecerlangan cahaya bintang diukur mempergunakan perekaman kamera digital CCD (*Charge Couple Device*). Cahaya dari bintang dikumpulkan oleh teropong, untuk kemudian direkam menjadi data citra digital yang direpresentasikan sebagai piksel-piksel. Piksel-piksel tersebut harus dikalibrasikan terhadap suatu sistem standar fotometri. Setelah terkalibrasi, ditentukan kontribusi yang berasal dari bintang dan juga dari daerah latar belakangnya. Kemudian seluruh informasi dikurangi informasi dari informasi latar belakang, sehingga diperoleh informasi yang hanya berasal dari bintang terekam. (Da Costa, 1992).

Data yang dipergunakan diperoleh dari pengamatan 30 Juni 2009 mempergunakan DSLR Canon EOS 350D; pada pengamatan di sekitar rasi Skorpio and Sagitarius (Gambar 3.1 dan 3.2). Data diambil mempergunakan mode mentah (*raw*), dan dipisahkan menjadi ketiga pita R (*Red*), G (*Green*), dan B (*Blue*). Yang dipergunakan adalah citra pada pita G, karena pita ini sangat serupa dengan pita V pada sistem fotometri BVRI berdasar pada respon spectra kamera yang dipergunakan (Lelong et al., 2008).



**Gambar 3.1.** Citra bintang pada rasi Scorpio dan Sagittarius dari perekaman mempergunakan DSLR Canon EOS 350D pada situs SPD LAPAN Biak.





**Gambar 3.2.** Pita G-kamera diekstraksi dari citra yang sama, (warna dibalik).

### 3.2. Metode Pengukuran Seeing

Pengukuran seeing dilakukan menggunakan metode DIMM (Differential Image Motion Monitor) dengan peralatan kamera STV terpasang pada teleskop, dengan bukaan teleskop tertutupi oleh sebuah penutup, kecuali ada dua lubang kecil seukuran 20% sebanyak dua buah pada tepi penutup. Metode DIMM dapat dipergunakan pada peralatan kecil, tetapi memberikan hasil pengukuran yang akurat (Sarazin & Roddier, 1990).

### 3.3. Metode Spektroskopi

Pengukuran spektroskopi sangat penting untuk dilakukan, karena atmosfer Bumi banyak mengandung gas-gas alamiah, yang ikut terekam bersama dengan perekaman informasi dari sumber cahaya (bintang, Matahari), melalui telaah garis-garis spektrum (Catanzaro, 1997). Untuk itu telaah spektroskopi sangat menentukan untuk mendapatkan informasi mengenai kandungan atmosfer yang terdapat di atas situs pengamatan.

Sumber informasi yang dipergunakan adalah obyek spektrofotometri primer, yaitu Vega (hr7001). Kemudian hasil pengamatan setelah dikalibrasi menggunakan standar kalibrasi spektroskopi, dibandingkan dengan spektrum sintetis SPECTRUM (Gray & Corbally, 1994).

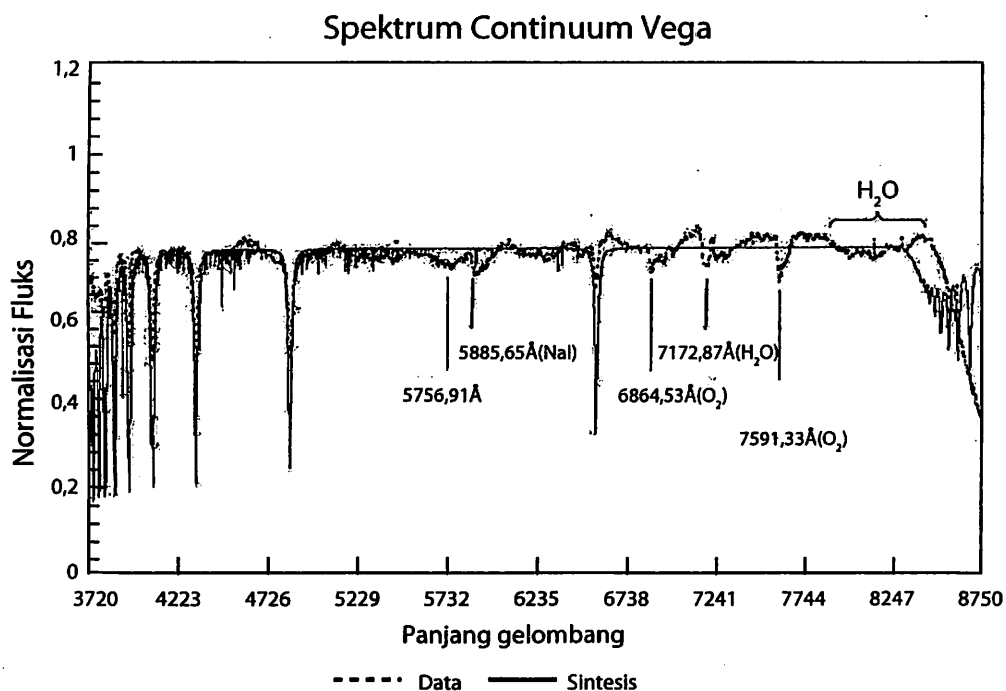
## 4. Hasil dan Analisis

Dari pengukuran fotometri pada pendekatan pita V, diperoleh kecerlangan langit latar belakang mencapai 17,68 mag/detikbusur<sup>2</sup>. Kecerlangan langit latar belakang yang tidak cukup gelap dari pengukuran fotometri, hal ini terjadi bisa disebabkan oleh

beberapa hal, seperti efek pembentukan liputan awan di atas situs, ketidakseragaman langit latar belakang karena adanya pengaruh pendaran cahaya Bulan, dan alat sistematis instrumen (contoh, karena efek vignetting).

Dari pengukuran seeing, keadaan yang paling laminar di atas situs, dapat memberikan seeing sebesar 1,3", sedangkan kandungan uap air di atas lokasi cukup tinggi (FGambar 4.1) berdasar pengukuran spektroskopi. Dari pengukuran seeing, kondisi langit di atas langit tidak cukup laminar, sehingga pengukuran berubah-ubah secara drastis dari waktu ke waktu, akibat pola iklim yang menyebabkan cepatnya pembentukan awan rendah, serta kelembaban tinggi menyebabkan tidak dimungkinkan adanya pengamatan yang dioperasikan pada periode waktu panjang.

Garis-garis spektrum hasil pengamatan spektroskopi (garis biru) ditampilkan pada Gambar 4.1, dan dibandingkan dengan spektrum Vega sintesis, (garis merah). Ada beberapa garis-garis absorpsi unik yang tampak dari pengamatan, seperti pada 5758,91 Å, serta beberapa garis-garis telurik yang telah teridentifikasi (NaI, H<sub>2</sub>O & O<sub>2</sub> pada Gambar 4.1.). Dari normalisasi spektrum pengamatan dan perbandingan (Gambar 4.1), tampak bahwa uap air mendominasi sayap-merah spektrum, yang unik ada pada atmosfer di atas wilayah situs.



**Gambar 4.1.** Spektrum kontinum dari Vega ternormalisasi dengan data berwarna biru dan spektrum sintesis berwarna merah. Absis adalah panjang gelombang (Å), dan ordinat skala normalisasi. Terlihat pada rentang merah, di atas 7000 Å, uap air sangat mendominasi wilayah tersebut. Garis merah adalah spektrum dari model sintesis, sedangkan garis biru adalah data hasil pengamatan.

## 5. Rekomendasi

Berdasar kajian yang telah dilakukan tersebut, maka rekomendasi yang bisa diberikan adalah:

Kondisi atmosfer yang tidak laminar (cenderung berturbulensi), langit latar belakang yang tidak cukup gelap, serta kandungan atmosfer yang garis teluriknya sangat kuat, tidak memungkinkan dilakukan pengamatan untuk melakukan perekaman data dengan rentang waktu yang panjang. Oleh karena itu, kemungkinan pengamatan terbaik adalah pengamatan bersifat patroli dan pemantauan, tanpa mempergunakan pengukuran yang membutuhkan presisi tinggi.

Pemasangan peralatan (teropong) yang bertipe cepat, untuk pengamatan survei dan pemantauan, pada kajian-kajian fenomena bersifat transien.

Pemasangan teropong tidak disarankan untuk mempergunakan teropong dengan diameter besar, didukung oleh alat perekam yang mempunyai rasio perekaman cepat. Bangunan pendukung disarankan untuk yang bisa dibuka tutup dengan cepat, dengan sistem drainase yang baik.

## Daftar Pustaka

- American Meteorological Society (AMS) (Content Partner); Cutler J. Cleveland (Topic Editor). 2008. "Space weather (AMS statement)." In: *Encyclopedia of Earth*. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment).
- Baker, D. N., 2002, How to Cope with Space Weather, *Sci* 297 1486P.
- Catanzaro, G., 1997, High Resolution Spectral Atlas of Telluric Lines, *Ap&SS* 257 161C.
- Da Costa, G.S. 1992, *Basic Photometry Techniques*, ASPC, 23, 90D.
- Gray, R. O., Corbally, C. J., 1994, The calibration of MK spectral classes using spectral synthesis. 1: The effective temperature calibration of dwarf stars, *AJ*, 107, 742
- Hochedez, J.-F., Zhukov, A., Robbrecht, E., Van der Linden, R., Berghmans, D., Vanlommel, P., Theissen, A., Clette, F., 2005, *Space Weather Monitoring*, *AnGeo* 23 3149H.
- Horne, R. B., 2003: Rationale and requirements for a European space weather programme, in *Space Weather Workshop: Looking Towards a European Space Weather Programme*, edited, pp. 139–144, European Space Agency, ESTEC, Noordwijk, The Netherlands.
- Otruba, W., 2005, The New Digital H $\alpha$  Camera Systems at Kanzelhöhe and Hvar Observatory, *Hvar Observatory Bulletin*, vol. 29, p. 279-287.



- Lelong, C. C. D. , Burger, P., Jubelin, G., Roux, B., Labbé, S., & Frédéric, B. 2008, Assessment of Unmanned Aerial Vehicles Imagery for Quantitative Monitoring of Wheat Crop in Small Plots ,Sensors, 8, 3557-3585.
- Lyon, J. G., 2000, The Solar Wind-Magnetosphere-Ionosphere System, Sci 288 1987L
- Pevtsov, Alexei A.; Balasubramaniam, K. S.; Rogers, Joey W., 2003, Chirality of Chromospheric Filaments, ApJ 595 500P.
- Pick, M., 2002, ESA study for a space weather programme (ALCATEL Consortium), ESASP 477 617P.
- Sarazin, M., Roddier, F. 1990, The ESO differential image motion monitor, A&A, 227, 294-300.