

METODE PENGOLAHAN DATA CITRA LANGIT HASIL PENGAMATAN MENGGUNAKAN ALL-SKY-IMAGER UNTUK RISET PLASMA BUBBLE

(DATA PROCESSING METHOD OF SKY IMAGE OBSERVED BY
USING ALL-SKY-IMAGER FOR PLASMA BUBBLE RESEARCH)

Jiyo, Septi Perwitasari, Sefria Anggarani

Pusat Sains Antariksa
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.
e-mail: jiyo@lapan.go.id

ABSTRAK

Riwayat Artikel:

Diterima:
17 November 2017
Direvisi:
16 Mei 2018
Disetujui:
28 September 2018
Diterbitkan:
19 Nopember 2018

Kata kunci:

All-Sky-Imager, citra
airglow, filter O
(630nm), *Plasma
Bubble*, titik zenit,
sudut putar.

Peralatan *All-Sky-Imager* (ASI) yang merupakan sistem kamera khusus telah dipasang di stasiun kerja sama Manado-Tomohon (124°BT, 1,32°LU) sejak November 2015. Operasional percobaan dilakukan hingga April 2016 untuk menyesuaikan dengan kondisi cuaca dan lingkungan. Setelah peralatan beroperasi secara normal, diperoleh 4 jenis citra langit (*all-sky*) yang direkam dengan filter dan 1 jenis citra langit tanpa filter. Citra langit yang direkam dengan filter O (630nm) merekam *airglow* yang dihasilkan oleh proses fotokimia pada ketinggian sekitar 250 km. Data *airglow* ini digunakan untuk mengamati kejadian *PlasmaBubble* di lapisan ionosfer. Citra langit yang dihasilkan perangkat ASI pada awalnya mengandung semua objek yang ada di medan pandang kamera, sehingga perlu metode pengolahan khusus agar dihasilkan citra *airglow* yang hanya mengandung informasi lapisan tersebut. Dalam makalah ini dibahas pengembangan metode pengolahan citra langit awal menjadi citra langit baku yang bersih dan dapat menunjukkan kejadian *PlasmaBubble*. Metode ini meliputi koreksi titik zenit dan arah utara dalam citra, melakukan koreksi terhadap citra *airglow* O (630nm) sehingga diperoleh citra baku, dan mereduksi titik planet/bintang dalam citra sehingga diperoleh citra baku yang bersih dan jelas indikasi kejadian *PlasmaBubble*-nya. Hasil koreksi menghasilkan nilai piksel titik zenit yang benar yaitu $x_0 = 253,40$ dan $y_0 = 256,90$, serta sudut putar $\beta = -93,38$ derajat. Metode pengolahan telah diterapkan dan hasilnya dapat menunjukkan kejadian *Plasma Bubble* pada tanggal 18 April 2017.

ABSTRACT

The All-Sky-Imager (ASI) equipment which is a camera system has been installed at the Manado-Tomohon station (124°E, 1.32°N) since November 2015. Operational test has been conducted until April 2016 to adjust to weather and environmental conditions. After the equipment operated normally, then 4 types of all-sky images

Keywords:

All-Sky-Imager,
airglow image, filter
O (630nm) filter,

Plasma Bubble,
zenit, rotation angle.

was recorded with filter and 1 type of unfiltered sky image. The sky images has been recorded with the O (630nm) filter to obtained the airglow which is produced by the photochemical process at ~ 250 km altitude. This airglow image is used to observe the Plasma Bubble events in the ionosphere. The all-sky images which generated by ASI, initially contained all the objects in the camera field of view, and it needed processing methods to generate the airglow images which only for that layer. In this paper we discuss the development of the method of processing the original image into a clean and clear standard image which can show the Plasma Bubble event. This method involves calibration of the zenith and the northward direction in the image, correcting the O (630nm) airglow images to obtain the standard images, and reducing the planets/stars in the image to obtain a clean and clear standard image of the Plasma Bubble event. It results the zenith pixel values $x_0 = 253,40$ and $y_0 = 256,90$, and rotation angle $\beta = -93,38$ degree. The data processing method has been applied and the results can show Plasma Bubble event on April 18, 2017.

1. PENDAHULUAN

Peralatan *All-Sky-Imager* (ASI), merupakan sistem kamera khusus, telah dipasang di stasiun kerja sama Manado-Tomohon (124°BT , $1,32^\circ\text{LU}$) sejak November 2015. Operasional percobaan dilakukan hingga April 2016 untuk menyesuaikan dengan kondisi cuaca dan lingkungan. Setelah peralatan beroperasi secara normal, diperoleh 4 jenis citra langit (*all-sky*) yang direkam dengan filter dan 1 jenis citra langit tanpa filter. Citra langit yang direkam dengan filter pada panjang gelombang 630 nm merekam *airglow* yang dihasilkan oleh proses fotokimia pada ketinggian sekitar 250 km. Data *airglow* ini digunakan untuk mengamati kejadian *Plasma Bubble* di lapisan ionosfer (Garcia *et al.*, 1997).

Data citra awal (data mentah) citra langit yang dihasilkan perangkat ASI pada awalnya mengandung semua objek yang ada di medan pandang kamera, sehingga perlu metode pengolahan khusus agar dihasilkan citra *airglow* yang hanya mengandung informasi lapisan tersebut. Selain itu, citra awal yang diperoleh juga belum sesuai dengan orientasi arah mata angin yang lazim, yaitu: arah utara pada sisi atas citra, arah timur pada sisi kanan, arah selatan pada sisi bawah, dan arah barat pada posisi kiri dari citra. Dengan orientasi yang lazim, maka dapat diketahui lokasi kejadian *Plasma Bubble*, arah pergerakan, dan kecepatan horizontalnya.

Oleh karenanya perlu dikembangkan metode pengolahan citra awal sehingga diperoleh citra baku yang siap digunakan untuk menganalisis kejadian *Plasma Bubble*.

Tujuannya untuk mendapatkan metode baku pengolahan data *airglow* yang nantinya digunakan sebagai rujukan utama dalam penyusunan *Standard Operational Procedure* (SOP) pengolahan data ionosfer.

2. PRINSIP KERJA PERALATAN

Perangkat ASI menggunakan lensa objektif *fish-eye* untuk memonitor langit dengan medan pandang (*field of view*) sebesar 180 derajat yang memungkinkan pengamatan dengan diameter mencapai beberapa ratus km dari titik pengamatan dengan menggunakan kamera CCD sebagai *photo-detector*. Pengamatan dilakukan dengan sistem buka-tutup *shutter*, mengganti filter, pengambilan citra langit (*image*) dan perekaman data secara otomatis dengan menggunakan program pengendali pada komputer kontrol (Asnawi *et al.*, 2016).

Perangkat ASI di stasiun Manado-Tomohon menggunakan 4 filter yaitu: (i) filter IO pada panjang gelombang 557,7 nm untuk mengamati *airglow* pada ketinggian ~94 km; (ii) filter O₂ pada panjang gelombang 865 nm untuk mengamati *airglow* pada ketinggian ~ 95

km; (iii) filter O pada panjang gelombang 630 nm untuk mengamati *airglow* pada ketinggian ~ 250 km (Rishbeth dan Garriott, 1969); dan (iv) filter *background* pada panjang gelombang 572,5 nm. Selain itu diperoleh juga citra langit tanpa filter untuk menentukan bahwa kondisi langit benar-benar gelap dan bersih dari awan.

Setiap filter bergantian mengambil citra dengan interval waktu tertentu. Filter O1 (557,7 nm) diset dengan interval waktu 105 detik, filter O2 (865 nm) setiap 15 detik, filter O (630 nm) setiap 165 detik, sedangkan untuk filter *background*(572,5 nm) setiap 105 detik. Citra tersimpan dalam file citra dengan format PNG (*Portable Network Graphics*) dan TIF (*Tagged Image File Format*). Setiap citra langit yang dihasilkan memiliki resolusi 512 x 512 piksel, sehingga posisi titik tengah citra adalah (256, 256).

3. DATA MENTAH DAN METODE

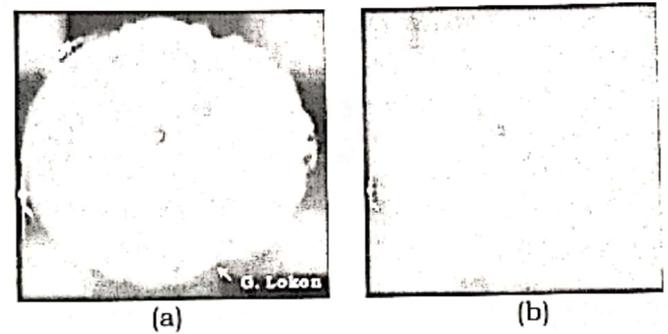
Seperti telah disebutkan pada Bab Pendahuluan, data mentah untuk penelitian *Plasma Bubble* adalah *airglow* yang diamati dengan filter O(630nm). Contoh citra awal hasil pengamatan tanpa filter dan dengan filter O(630nm) seperti pada Gambar 3-1. Pada Gambar 3-1(a) sisi bawah agak ke kanan terlihat puncak Gunung Lokon yang pada realitasnya berada pada arah barat laut dari lokasi perangkat ASI (Gambar 3-2).

Pengambilan citra langit dilakukan dengan kamera menghadap ke atas dengan arah utara pada sisi bagian atas dari citra, arah barat pada sisi kanan, arah selatan pada sisi bawah, dan arah timur pada sisi kiri. Hal inilah yang menjadi sebab posisi puncak Gunung Lokon ada pada bagian kanan citra. Ditambah lagi bahwa arah utara tidak benar-benar di sisi atas dari citra, akan tetapi agak kekanan, sehingga menghasilkan citra seperti pada Gambar 3-2. Ini menunjukkan bahwa orientasi pada citra awal belum sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.

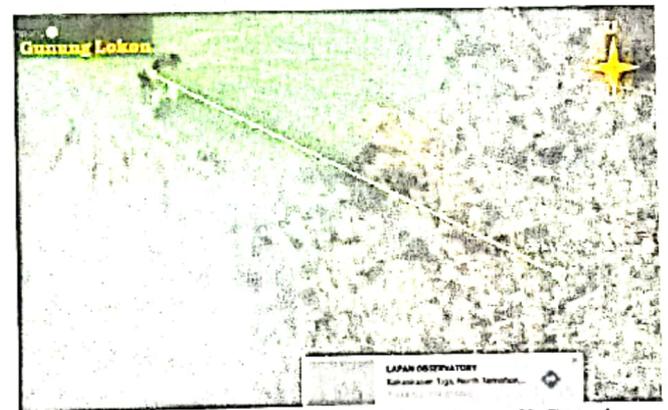
Citra seperti pada Gambar 3-2(b) perlu diolah lebih lanjut untuk melihat tanda-tanda kejadian *Plasma Bubble*. Namun, citra tersebut kurang terang sehingga kurang jelas tanda-tanda kejadian *Plasma Bubble*. Kemudian fitur planet dan benda langit lainnya juga perlu dihilangkan dari

citra. Selain itu, titik zenit yang sesungguhnya tidak tepat berada pada piksel di tengah-tengah gambar (256, 256), sehingga perlu upaya kalibrasi dengan langkah-langkah tertentu menggunakan data posisi planet atau bintang yang digunakan sebagai rujukan.

Implementasi metode pengolahan data citra langit memerlukan piranti lunak (*software*) sebagai alat bantu. Pengolahan citra secara umum dilakukan menggunakan *software* IDL (*Interactive Data Language*), didukung dengan *software* Fortran untuk menghitung zenit; dan program aplikasi *Stellarium* untuk menentukan posisi planet/bintang sebagai rujukan untuk menentukan titik (piksel) zenit yang benar.



Gambar 3-1. Citra awal hasil pengamatan tanpa filter (a) dan dengan filter O (630nm) (b).



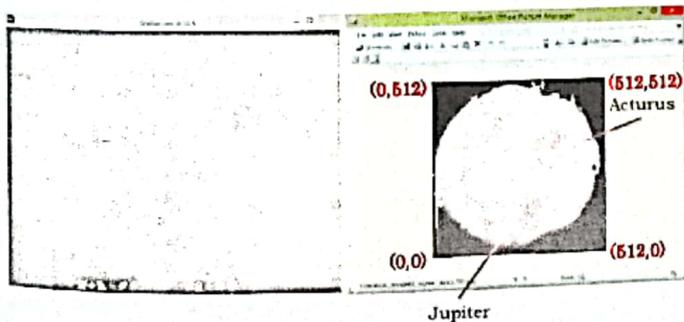
Gambar 3-2. Lokasi perangkat ASI di Stasiun Manado-Tomohon dekat Gunung Lokon.

4. PEMBAHASAN

Metode pengolahan data citra *airglow* meliputi serangkaian kegiatan untuk mengubah data mentah seperti pada Gambar 3-1(b) menjadi citra yang mengandung informasi tentang kejadian *Plasma Bubble*. Indikatornya adalah pola warna gelap-terang-gelap-terang pada citra akhir (Haase *et al.*, 2011).

Langkah utama adalah melakukan koreksi terhadap titik zenit yang benar. Titik zenit merupakan piksel pada citra *airglow* yang merupakan rekaman *airglow* pada titik tetap di atas titik pengamatan (124°BT , $1,32^{\circ}\text{LU}$). Pada kenyataannya titik *airglow* di atas titik pengamatan tidak selalu terekam pada titik tengah citra awal yaitu piksel pada koordinat (256, 256). Oleh karenanya dilakukan koreksi zenit menggunakan 2 atau lebih bintang/planet sebagai rujukan dalam menentukan posisi zenit dan arah utara. Software yang digunakan untuk menentukan zenit dan arah utara merupakan adaptasi software ZENIT2000.FOR yang dikembangkan Otsuka (2003) dengan masukan informasi tentang tahun-bulan-tanggal (yyyy,mm,dd), waktu (hh.mmss), dan *Right Ascension* (RA) dan deklinasi (DE) dari planet/bintang rujukan dalam satuan jam:menit:detik (hh:mmss). Informasi RA dan DE planet/bintang rujukan diperoleh dari menjalankan program aplikasi *Stellarium* untuk waktu sesuai dengan waktu citra langit diambil (Gambar 4-1). Keluaran dari software ZENIT2000.FOR ini adalah posisi piksel dari titik zenit yang benar (x_0, y_0) dan sudut putar (β).

Koreksi titik zenit dan penentuan sudut putar dilakukan dengan menggunakan beberapa citra awal tanpa filter seperti Gambar 3-1(a). Dari 11 citra langit tanpa filter diperoleh 11 nilai titik zenit (x_0, y_0) (Tabel 4-1 dan Gambar 4-2) dan 11 nilai sudut putar. Perataan nilai-nilai tersebut diperoleh posisi titik zenit $x_0 = 253,40$ dan $y_0 = 256,90$, serta sudut putar $\beta = -93,38$ derajat.



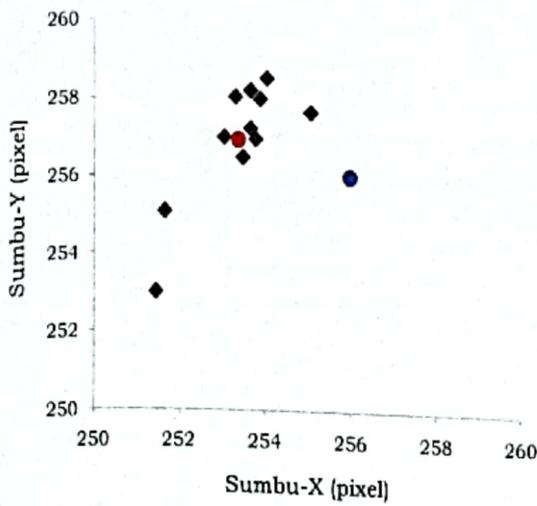
Gambar 4-1. Tampilan paket program *Stellarium* untuk menentukan RA dan DA (kiri) dan titik piksel (kanan).

Titik zenit "digeser" ke titik tengah citra (256, 256) melalui proses *vivot* menggunakan program IDL dan diikuti semua titik dalam citra *airglow*. Sudut

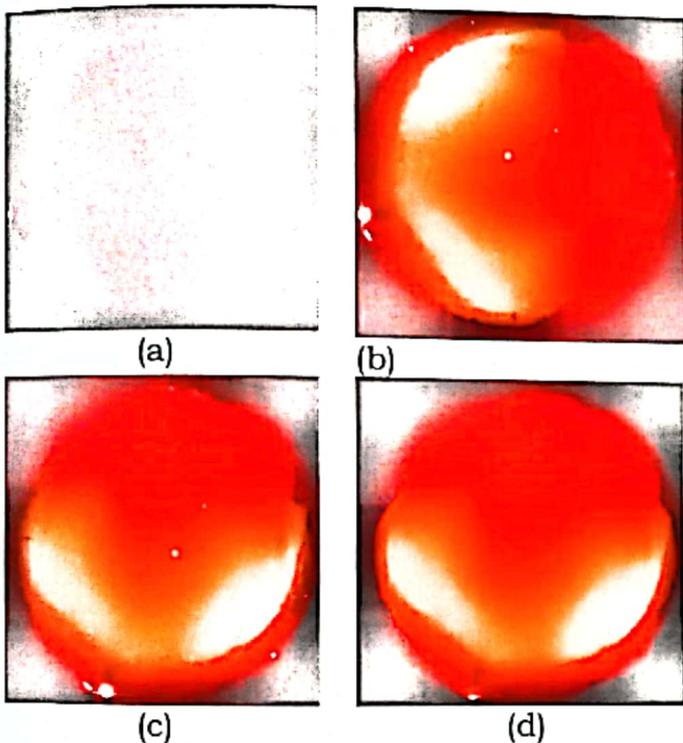
putar digunakan untuk memutar citra *airglow* sehingga arah utara tepat di sisi atas citra. Jika sudut putar bernilai positif, maka citra *airglow* diputar searah jarum jam dan apabila sudut putar negatif, maka citra *airglow* diputar berlawanan arah jarum jam. Kemudian citra planet bintang dalam citra *airglow* direduksi sehingga gambar lebih jernih. Urutan citra hasil proses pengolahan citra awal hingga menjadi citra baku yang sudah bersih seperti pada Gambar 4-3.

Tabel 4-1 Penentuan titik zenit dan sudut putar menggunakan citra langit tanpa filter.

Tanggal Jam (UT)	Rujukan	x_0	y_0	β
21022017 12:44:43	Sirius, Canopus	251,68	255,04	-93,63
21022017 13:35:03	Sirius, Canopus	251,47	252,97	-93,76
21022017 12.1122	Sirius, Capella	253,81	256,93	-93,76
25022017 10:57:29	Sirius, Capella	253,68	258,18	-94,31
28022017 15:37:01	Jupiter, Sirius	253,92	257,97	-93,06
18042017 15:12:27	Jupiter, Acturus	253,08	256,96	-93,76
19042017 16:19:00	Jupiter, Acturus	253,50	256,46	-93,07
30042017 15:31:21	Jupiter, Acturus	253,69	257,20	-93,71
17052017 13:24:50	Jupiter, Acturus	255,11	257,65	-92,62
17052017 14.2450	Jupiter, Acturus	254,07	258,49	-92,92
23052017 13:32:09	Jupiter, Acturus	253,34	258,02	-92,61
Rataan		253,40	256,90	-93,38



Gambar 4-2. Koreksi titik zenit.



Gambar 4-3. Citra *airglow* awal (a), citra setelah kontras ditingkatkan (b), citra setelah dilakukan koreksi titik zenit dan orientasi (c), dan citra setelah fitur bintang/planet direduksi (d), menggunakan software khusus dalam bahasa IDL.

Urutan langkah koreksi titik zenit dan penentuan sudut putar, sertakoreksiarahmataangin:

- (1) Pilih citra tanpa filter yang gelap dan bersih dari awan dan catat waktu pengamatan dilakukan.
- (2) Pilih 2 planet/bintang dari citra tanpa filter yang akan dijadikan rujukan.
- (3) Jalankan *Stellarium* dan setel waktunya sesuai dengan waktu pengamatan pada langkah (1).
- (4) Catat RA dan DA dari 2 planet/bintang rujukan.
- (5) Jalankan *software* khusus dalam bahasa IDL (*pro baca_citra_asi.pro*)

- dan tentukan posisi (piksel) 2 planet/bintang rujukan (x_i, y_i).
- (6) Jalankan *software* khusus dalam bahasa Fortran (ZENIT2000.FOR) yang telah dikembangkan Otsuka (2003). Diperoleh posisi (piksel) untuk zenit (x_0, y_0) dan besaran sudut putar β untuk koreksi arah mata angin
- (7) Ulangi langkah (2) - (6) untuk citra langit tanpa filter yang lainnya.
- (8) Hitung rata-rata x_0, y_0 , dan β untuk semua sampel citra tanpa filter yang digunakan.
- (9) Jalankan *software* IDL *rotasi_citra.pro* dengan memasukkan titik zenit dan sudut putar, sehingga diperoleh citra baku (Gambar 4-3(c)).
- (10) Jalankan *software* IDL *filter_citra.pro* untuk mendapatkan citra baku yang bersih (Gambar 4-3(d)).

5. IMPLEMENTASI

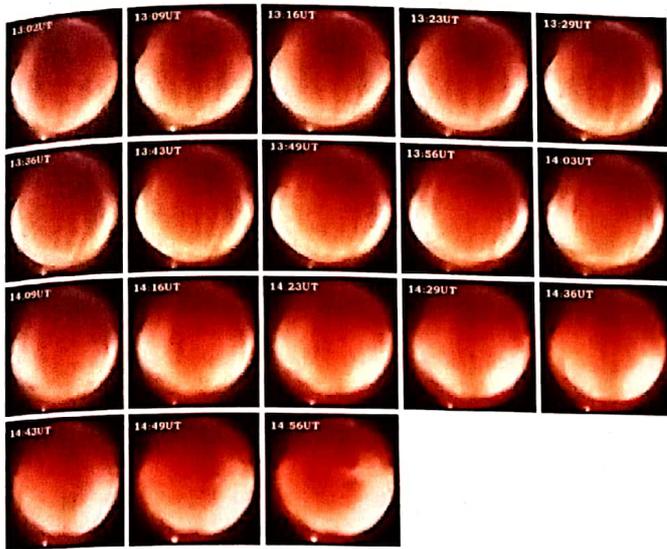
Selanjutnya, metode pengolahan citra *airglow* ini akan digunakan untuk mengidentifikasi kejadian *Plasma Bubble* di atas stasiun Manado-Tomohon. Sebagai contoh, pada paragraf berikutnya diuraikan proses dan hasil pengolahan data *airglow* hasil pengamatan dengan filter O (630nm) pada tanggal 18 April 2017.

Pengamatan *airglow* menggunakan filter O(630nm) menghasilkan citra awal seperti pada Gambar 3-1(b). Kemudian dilakukan peningkatan kontras sehingga citra lebih jelas, dilanjutkan kalibrasi titik zenit dan orientasi arah utara, dan pembalikan citra untuk mendapatkan citra baku seperti pada Gambar 4-3(c). Penentuan titik zenit yang benar dan sudut putar sehingga arah utara terletak di sisi atas, dilakukan menggunakan *software Stellarium* dan ZENIT2000.FOR. Proses dilanjutkan dengan meningkatkan kontras, menggeser titik zenit, dan memutar citra sesuai dengan hasil kalibrasi, semuanya dilakukan dengan menjalankan program IDL. Citra yang dihasilkan pada langkah ini kemudian diproses dengan program IDL khusus untuk menghilangkan fitur bintang/planet. Hasil proses ini adalah serangkaian citra baku dan bersih seperti pada Gambar 5-1.

Dari Gambar 5-1 diketahui bahwa telah terjadi *Plasma Bubble* mulai pukul 21:02 WITA (UT+8) hingga pukul 22:49

WITA. Pada pukul 22:56 WITA *Plasma Bubble* sudah menghilang.

Metode pengolahan citra *airglow* O(620nm) ini bisa diterapkan untuk mengolah data citra *airglow* O1 (557,7nm), O2 (865nm), dan *airglow* background (572,5nm).



Gambar 5-1. Serangkaian citra *airglow* O(630nm) hasil pengamatan tanggal 18 April 2017 yang menunjukkan kejadian *Plasma Bubble* mulai pukul 21:02 WITA (13:02UT) hingga pukul 22:49 WITA (14:49UT).

5. KESIMPULAN

Dalam kegiatan pengembangan ini telah diperoleh metode pengolahan citra *airglow* hasil pengamatan menggunakan filter O (630nm). Metode pengolahan data meliputi koreksi titik zenit dan arah utara dalam citra, melakukan koreksi terhadap citra *airglow* O (630nm) sehingga diperoleh citra baku, dan mereduksi titik planet/bintang dalam citra sehingga diperoleh citra baku yang bersih dan jelas sebagai indikator kejadian *Plasma Bubble*-nya. Hasil koreksi menghasilkan nilai piksel titik zenit yang benar yaitu $x_0 = 253,40$ dan $y_0 = 256,90$, serta sudut putar $\beta = -93,38$ derajat. Metode pengolahan telah diterapkan dan hasilnya dapat menunjukkan kejadian *Plasma Bubble* pada tanggal 18 April 2017.



Jiyo, dilahirkan di Ngawi, Jawa Timur pada tanggal 15 Desember 1961. Saat ini menjadi Peneliti Madya bidang Fisika Magnetosferik dan Ionosferik di Pusat Sains Antariksa, LAPAN. Bidang yang menjadi fokus adalah dinamika ionosfer dan aplikasinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada operator ASI di stasiun Manado-Tomohon, Y. Otsuka yang telah memberikan software ZENIT2000.FOR untuk kami modifikasi, M. Z. Nurzaman dan R. Priyatikanto yang telah memberikan masukan dalam penggunaan software aplikasi *Stellarium* dan IDL.

DAFTAR RUJUKAN

- Asnawi, Perwitasari, S., Jiyo, Dear, V., Anggarani, S., (2016), Hasil awal pengamatan optik gelembung plasma di wilayah timur indonesia, Prosiding Seminar Nasional Sains Antariksa 2016, 103-109.
- Garcia, F. J., M. J. Taylor, and M. C. Kelley, (1997), Two-dimensional spectral analysis of mesospheric airglow image data, *Appl. Opt.*, 36, 7374-7385.
- Haase, J. S., Dautermann, T., Taylor, M. J., Chapagain, N., Calais, E., Pautet, D., (2011), Propagation of plasma bubbles observed in Brazil from GPS and *airglow* data, *Advances in Space Research* 47 (2011) 1758-1776.
- Rishbeth, H. & Garriott, O. K., (1969), *Introduction to Ionospheric Physics* Academic Press, New York.
- Takahashi, H., Taylor, M. J., Pautet, P. D., Medeiros, A. F., Gobbi, D., Wrasse, C. M., Fechine, J., Abdu, M. A., Batista, I. S., Paula, E., Sobral, J. H. A., Arruda, D., Vadas, S. L., Sabbas, F. S., and Fritts, D. C., (2009), Simultaneous observation of ionospheric plasma bubbles and mesospheric gravity waves during the SpreadFEx Campaign, *Ann. Geophys.*, 27, 1477-1487, 2009
- Otsuka, Y., (2003), ZENIT2000.FOR, kode program dalam bahasa Fortran77.