

ANALISIS HASIL KOREKSI RADIOMETRI RELATIF UNTUK CITRA KAMERA MATRIKS SATELIT LAPAN A-2

Sartika Salaswati, Patria Rachman Hakim, A. Hadi Syafrudin
Pusat Teknologi Satelit/Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)
sartika.salas@gmail.com

Abstrak

Kamera matriks merupakan salah satu muatan satelit LAPAN A-2. Citra yang dihasilkan dari kamera satelit tersebut pada kenyataannya mengalami distorsi secara radiometri. Oleh karena itu, koreksi radiometri perlu dilakukan untuk menghasilkan citra dengan kualitas radiometri yang lebih baik. Penelitian mengenai koreksi radiometri telah dilakukan, tetapi pada prosesnya citra hasil koreksi belum sempurna khususnya secara visual. Metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk dapat mengurangi cacat radiometri pada citra yaitu dengan menggunakan suatu nilai sebagai pengalidark citra. Diperlukan proses analisis antar kanal citra sebelum citra memasuki proses *demosaijing* dan *enhancement*. Berdasarkan hasil koreksi yang dilakukan, penggunaan nilai pengali *dark* citra dapat meningkatkan kualitas citra hasil koreksi. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa faktor pengalidark pada jenis citra homogen dan heterogen memiliki nilai yang sedikit berbeda, yaitu selisih 0,1 pada *band blue*. Secara umum, metode ini dapat dijadikan sebagai metode alternatif untuk mengurangi cacat pada citra khususnya secara visual jika data kalibrasi kamera tidak tersedia secara lengkap. Diharapkan metode ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk menghasilkan citra dengan kualitas yang lebih baik.

Kata kunci: Kamera matriks, citra, koreksi radiometri, faktor pengalidark citra.

Abstract

Matrix camera is one of the payload of LAPAN A-2 satellite. Image from the satellite camera is distorted by radiometric distortion. Therefore, radiometric correction should be done to produce a better image quality. Radiometric correction research has been performed, however the corrected image is not perfect visually. The method used in this research to improve image quality requires a value as dark image multiplier factor. Image band analysis process is needed before demosaicing and enhancement process. Based on experiments that have been done, the implementation of dark image multiplication factor can improve quality of the corrected image. From this research, it is also known that the multiplier factor on uniform and non uniform image are slightly different. Generally, this method can be used as an alternative method to reduce radiometric defects on the image when camera calibration data is not available completely. In the future, the method is expected to be developed to produce image with better quality.

Keywords: Matrix camera, image, radiometric correction, dark factor image.

1. PENDAHULUAN

Kamera matriks tipe CMOSIS CMV4000 merupakan salah satu muatan satelit LAPAN A-2. Kamera ini menghasilkan citra 2048 x 2048 piksel dengan jenis citra yang berbeda-beda[1]. Jenis citra yang diamati dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu citra homogen dan citra heterogen. Citra homogen yang dimaksud berupa lautan atau citra-citra yang cenderung memiliki warna yang sama di setiap pikselnya, sementara citra heterogen berupa daratan atau perkotaan yang memiliki nilai jauh berbeda di setiap pikselnya.

Citra yang dihasilkan dari kamera matriks ini berupa *dataraw* yang kemudian dikonversi menjadi *file* *tif*. *File* ini kemudian membutuhkan beberapa tahapan untuk menghasilkan citra yang lebih baik. Salah satu tahapan yang dilakukan dalam proses ini adalah tahapan koreksi radiometri. Koreksi radiometri adalah proses memperbaiki data citra secara radiometri. Dalam aplikasinya, sumber radiometri yang

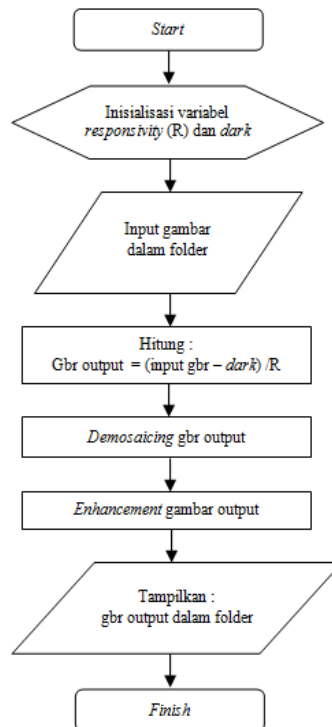
diterima oleh instrumentasi optik (dalam hal ini kamera) mengalami distorsi sehingga diperlukan adanya koreksi[2].

Pada prinsipnya koreksi radiometri dibagi menjadi dua kategori yaitu koreksi radiometri absolut dan koreksi radiometri relatif. Pada koreksi radiometri absolut konversi digital *number* gambar ke nilai reflektansi objek telah menggunakan persamaan matematika yang telah tervalidasi. Sementara pada koreksi radiometri relatif, digital *number* dinormalisasi untuk mewakili nilai radiansi pada sebuah gambar atau citra[3]. Tahapan koreksi yang dilakukan pada citra satelit LAPAN A-2 baru sampai pada tahapan koreksi radiometri relatif. Sehingga belum dapat diketahui secara valid nilai digital *number* citra yang secara tepat dapat mewakili nilai radiansi pada citra.

Adapun metode koreksi yang digunakan saat ini masih dalam tahap pengembangan. Dibutuhkan lebih banyak data pendukung yang valid untuk menghasilkan citra dengan kualitas yang lebih baik. Proses koreksi yang dilakukan saat ini masih menggunakan sebagian data pendukung yang diambil sebelum satelit diluncurkan (*in lab*). Sementara kemungkinan adanya perubahan mungkin saja terjadi. Untuk sementara ini data pendukung berupa *dark image* sudah diperoleh dari citra satelit ketika beroperasi sementara data *responsivity* sensor masih menggunakan data satelit sebelum diluncurkan. Dengan keterbatasan data yang ada diperlukan suatu solusi matematis berdasar eksperimen untuk menghasilkan citra yang lebih baik secara visual. Berdasarkan penelitian yang dilakukan sampai saat ini, adanya faktor pengali *dark image* dapat mengurangi cacat pada citra. Akan tetapi perlu dianalisis terlebih dahulu perbandingan kanal atau *band* yang terdapat pada citra yang akan dikoreksi. Dari hasil analisis tersebut nantinya dapat diketahui besarnya masing-masing faktor pengali *dark* di setiap *band* pada citra yang akan dikoreksi.

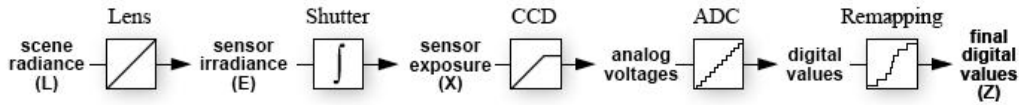
2. METODOLOGI

Metode koreksi radiometrik sampai dengan hasil gambar akhir terdiri dari beberapa tahapan, yaitu proses koreksi radiometri, *demosaijing*, dan *enhancement*. Secara keseluruhan metode yang digunakan dalam penelitian ini dapat ditunjukkan melalui diagram alir berikut ini:



Gambar 2-1. Diagram alir koreksi radiometri relatif citra kameramatriks satelit LAPAN A-2

Metode koreksi radiometri yang digunakan merupakan koreksi radiometri relatif dimana pada tahap ini nilai digital *number* gambar dinormalisasi untuk mewakili nilai radiansi yang diterima oleh gambar[3]. Disamping itu proses koreksi ini juga difokuskan pada proses koreksi *vignetting* dan distorsi yang terdapat pada lensa[4]. Secara matematis, persamaan yang digunakan pada tahapan koreksi ini berdasarkan pada model yang telah dibuat[5]. Model tersebut diaplikasikan pada *line imager* CCD KLI-8023. Model radiometri yang digunakan pada model tersebut dapat dilihat pada Gambar 2-2.



Gambar 2-2. Diagram blok model kamera CCD[6]

Berdasarkan gambar tersebut, dapat dirumuskan persamaan matematis untuk koreksi radiometri.

$$DN = \alpha L + b \quad (1)$$

dimana α adalah *responsivity* sensor dan b adalah *dark image* sensor. Sehingga dari persamaan tersebut nilai radiansi dapat diprediksi seperti pada persamaan berikut ini (2)[7].

$$L = \frac{DN_{raw} - b}{\alpha} \quad (2)$$

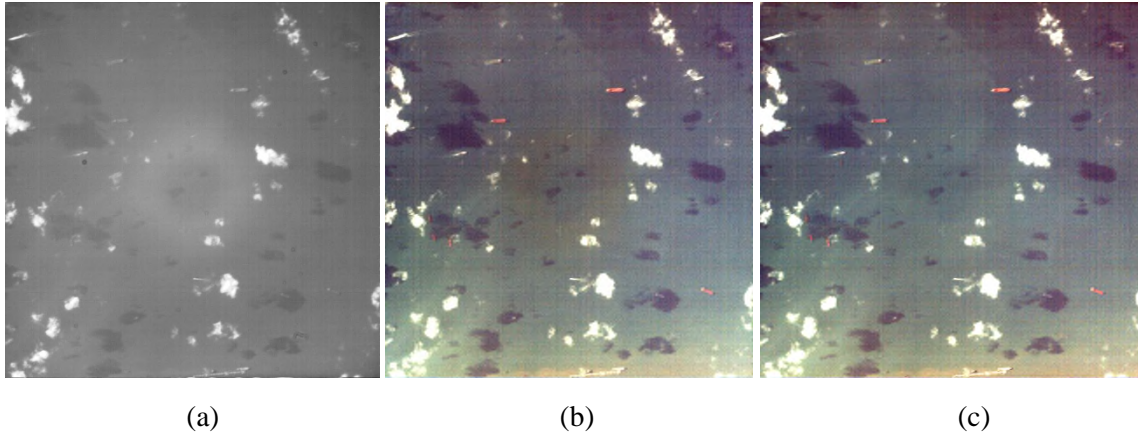
Model koreksi tersebut sebelumnya telah dibandingkan dengan metode koreksi yang diterapkan pada Agriculture Camera (*Ag Cam*) milik *International Space Station* (ISS), yaitu menggunakan *noise* atau dalam hal ini *dark image* sebagai variabel pengoreksinya[5][8].

Pada proses koreksi, variabel *dark* membutuhkan faktor pengali yang dapat diketahui dari jenis gambar yang akan dikoreksi. Perlu dianalisis terlebih dahulu rincian kanal atau *band* yang terdapat pada gambar tersebut. Dari hasil analisis tersebut akan diketahui rata-rata digital *number* pada masing-masing kanal. Sehingga dari nilai tersebut dapat diketahui perbandingan kanal pada gambar yang akan dikoreksi. Nilai perbandingan itulah yang dinamakan dengan faktor pengali *dark*. Setelah didapatkan gambar *output* dari proses koreksi, tahapan yang dilakukan adalah tahapan *demosaicing*. Metode *demosaicing* yang digunakan yaitu *demosaicing* MATLAB yang sebelumnya telah dilakukan kajian bahwa metode tersebut menghasilkan kualitas gambar yang lebih baik dengan nilai PSNR yang tinggi dan lebih efisien dengan algoritma yang sederhana dibandingkan dengan menggunakan metode *demosaicing* lainnya[9]. Metode *demosaicing* MATLAB ini pada prinsipnya berdasar pada metode *gradient corrected linear interpolation* [10]. Sementara pada tahap *enhancement* digunakan metode histogram[11].

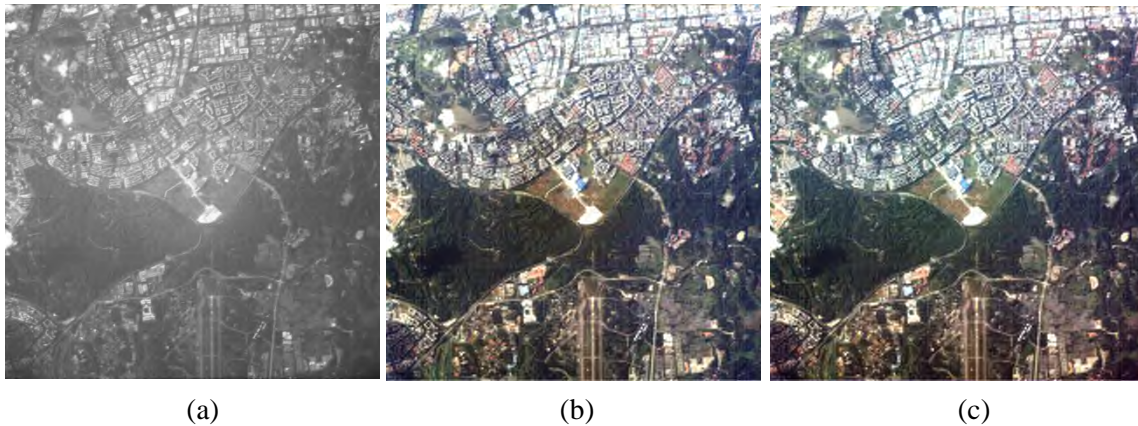
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini berupa citra yang telah dikoreksi. Pada penelitian ini digunakan dua jenis citra yaitu citra laut yang mewakili citra homogen dan citra daratan perkotaan yang mewakili citra heterogen. Keseluruhan citra diambil dengan menggunakan setingan parameter kamera yang sama. Gambar 3-1 akan membandingkan citra laut setelah dikoreksi radiometri tanpa dan dengan faktor pengali *dark* citra sementara Gambar 3-2 akan membandingkan citra perkotaan setelah dikoreksi radiometri tanpa dan dengan faktor pengali *dark* citra.



(a) (b) (c)
Gambar 3-1. (a) Raw data citra laut. Setelah dikoreksi radiometri: (b) tanpa pengali dark, (c) dengan pengali dark



(a) (b) (c)
Gambar 3-2. (a) Raw data citra perkotaan. Setelah dikoreksi radiometri: (b) tanpa pengali dark, (c) dengan pengali dark

Gambar 3-1 merupakan sampel dari citra laut yang mewakili citra homogen sementara Gambar 3-2 merupakan sampel dari citra perkotaan yang mewakili citra heterogen. Analisis kanal atau *band* yang terdapat pada citra laut dan perkotaan ditunjukkan pada Tabel 3-1.

Tabel 3-1. Nilai Rata-rata Digital Number pada Citra

Gambar	Band Blue	Band Green 1	Band Green 2	Band Red
Laut 1	725.846	704.516	692.436	565.941
Laut 2	739.963	723.702	712.725	581.290
Laut 3	755.592	744.949	734.490	599.869
Perkotaan 1	680.087	660.817	650.434	557.347
Perkotaan 2	695.280	676.826	666.559	570.861
Perkotaan 3	729.118	716.631	709.828	602.680

Dari hasil analisis digital number pada dua jenis citra di setiap *band*-nya maka dapat diketahui rasio atau perbandingan nilai digital number di setiap *band* pada suatu citra. Rasio atau perbandingan inilah yang disebut dengan faktor pengali *dark* citra. Nilai perbandingan tersebut ditunjukkan pada Tabel 3-2.

Tabel 3-2. Rasio atau Perbandingan Digital Number pada Citra

Gambar	Band Blue	Band Green 1	Band Green 2	Band Red
Laut 1	1.3	1.2	1.2	1.0
Laut 2	1.3	1.2	1.2	1.0
Laut 3	1.3	1.2	1.2	1.0
Perkotaan 1	1.2	1.2	1.2	1.0
Perkotaan 2	1.2	1.2	1.2	1.0
Perkotaan 3	1.2	1.2	1.2	1.0

3.2. Pembahasan

Gambar 3-1b menunjukkan hasil koreksi radiometrik dari Gambar 3-1a. Pada Gambar 3-1b bintik hitam dan lingkaran putih di tengah gambar telah hilang akan tetapi lingkaran putih yang berada di tengah gambar berubah menjadi warna cokelat setelah dilakukannya proses *demosaicing* dan *enhancement* gambar. Proses koreksi yang dilakukan pada Gambar 3-1b belum melewati proses analisis kanal pada citra yang akan dikoreksi atau belum menggunakan faktor pengali pada data pendukung koreksi berupa data *dark* citra. Setelah dilakukan proses analisis kanal pada citra yang akan dikoreksi kemudian dilakukan proses koreksi seperti yang dilakukan pada Gambar 3-1b, maka hasil yang diperoleh untuk *raw* data citra (Gambar 3-1a) ditunjukkan pada Gambar 3-1c. Pada gambar tersebut lingkaran putih Gambar 3-1a yang pada Gambar 3-1b terlihat cokelat sudah tidak terlihat. Gambar 3-1c memperlihatkan adanya persebaran warna yang merata di setiap piksel citra.

Gambar 3-2a merupakan data *raw* citra di wilayah perkotaan. Gambar tersebut menunjukkan wilayah yang lebih terang dibagian tengah gambar dibandingkan dengan sekelilingnya. Selain itu, juga terdapat dua bintik hitam pada gambar tersebut. Pada Gambar 3-2b, Gambar 3-2a telah dikoreksi secara radiometri. *Vignetting* dan bintik hitam pada gambar telah dikoreksi. Jika dibandingkan dengan Gambar 3-2c, bagian tengah Gambar 3-2b terlihat lebih cokelat. Akan tetapi karena pada bagian tengah citra tersebut merupakan wilayah perkotaan yang padat dan warna cokelat tampak tidak terlalu kontras dengan sekelilingnya, maka warna cokelat di tengah gambar tidak tampak mencolok. Berdasarkan hasil analisis kanal pada gambar tersebut, maka sebagai data koreksi *dark image* dikalikan dengan faktor pengali dan dihasilkan Gambar 3-2c. Pada gambar tersebut sudah tidak terlihat lingkaran cokelat ditengah gambar.

Hasil dari analisis kanal pada citra laut dan perkotaan terdapat pada Tabel 3-1 dan Tabel 3-2. Tabel 3-1 menunjukkan nilai rata-rata digital number pada beberapa sampel laut dan perkotaan. Terlihat pada Tabel tersebut band biru didominasi oleh citra laut dibandingkan dengan citra perkotaan. Dari analisis kanal yang dihasilkan pada Tabel 3-1, diperoleh perbandingan atau rasio pada masing-masing kanal (ditunjukkan pada Tabel 3-2). Perbandingan atau rasio tersebutlah yang digunakan sebagai pengali *dark* sehingga dihasilkan Gambar 3-1c dan 3-2c. Pada Tabel 3-2 menunjukkan pengali *dark* terbesar pada citra laut terdapat pada *band* biru. Sementara pada citra perkotaan, *band* biru dan hijau menunjukkan rasio yang sama. Berdasarkan uraian yang telah disampaikan di atas dan ditunjukkan pada Gambar 3-1c dan 3-2c, faktor pengali *dark* yang dihasilkan dari analisis kanal dapat mengurangi cacat citra secara visual khususnya untuk menghilangkan efek lingkaran coklat pada tengah citra. Sementara ini, metode analisis kanal dapat digunakan sebagai alternatif kurangnya *support data dark* untuk masing-masing citra yang akan dikoreksi. Akan tetapi, pada dasarnya metode ini belum teruji secara kuantitatif khususnya untuk perhitungan kualitas gambar dengan menggunakan nilai PSNR sebagai ukuran kualitas suatu gambar. Hal ini disebabkan belum adanya gambar referensi yang dapat digunakan sebagai acuan kualitas citra kamera matriks satelit LAPAN A-2.

4. KESIMPULAN

Citra yang dihasilkan kamera matriks satelit LAPAN A-2 memiliki distorsi radiometri berupa efek *vignetting* dan noda (*defect*) pada beberapa bagian citra. Untuk memperbaiki kualitas radiometri citra, perlu dilakukan koreksi radiometri terhadap citra kamera matriks tersebut. Koreksi radiometri merupakan proses memperbaiki data intensitas seluruh piksel citra, yang dapat dibedakan menjadi koreksi radiometri absolut dan relatif. Pada penelitian ini, koreksi radiometri relatif telah dilakukan terhadap citra kamera matriks LAPAN A-2 dengan menggunakan metode nilai pengalidark citra. Berdasarkan beberapa hasil dan pembahasan yang telah disampaikan, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan nilai pengalidark citra tersebut dapat meningkatkan kualitas citra hasil koreksi. Rasio perbandingan digital number antara citra laut dan citra perkotaan pada dasarnya memiliki nilai yang tidak jauh berbeda, tetapi citra laut memiliki nilai rasio *band* biru yang lebih besar dibandingkan dengan *band* atau kanal lainnya. Metode koreksi dengan menggunakan faktor pengalidark citra ini dapat menjadi alternatif untuk mengurangi cacat pada citra khususnya setelah proses *demosaiicing* dan *enhancement*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Drs. Abdul Rahman, M.Sc., selaku Kepala Pusat Teknologi Satelit Lapan, Bapak Iwan Faizal selaku Kepala Bidang Diseminasi, dan Bapak Abdul Karim sebagai Kepala Bidang Program dan Fasilitas, atas arahan, bimbingan, serta fasilitas sehingga karya tulis ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik.

PERNYATAAN PENULIS

Keseluruhan isi karya tulis ilmiah ini merupakan tanggung jawab penulis dan merupakan hasil karya penulis, semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah dinyatakan dengan benar.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) CMOSIS NV, 2012, *CMOSIS Image Sensors CMV4000 Datasheet*
- 2) Alex Ryer, 1998, *Light Measurement Handbook*. International Light Inc.
- 3) Richter , R.,1990, *A fast atmospheric correction algorithm applied to Landsat TM images* International Journal of Remote Sensing 11 (1): 159- 166.
- 4) J. Kelcey and A. Lucieer, 2012, *Sensor Correction and Radiometric Calibration of A 6-Band Multispectral Imaging Sensor For UAV Remote Sensing* International Archives of The Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXIX-B1
- 5) S. Salaswati and A.H. Syafruddin, *Simulation of radiometric correction of CCD KLI 8023* LAPAN Satellite Technology Center Scientific Book, In press.
- 6) P.E. Debevec, and J. Malik, 1997, *Recovering high dynamic range radiance maps from photographs*, In SIGGRAPH97.
- 7) P.R.Hakim, A.H. Syafrudin, and S. Salaswati, 2015, *Analysys of Radiometric Calibration on Matrix Imager of LAPAN A-3 Satellite Payload* IEEE International Conference on Aerospace Electronics and Remote Sensing Technology (ICARES). 10.1109/ICARES.2015.7429831.

- 8) Doug Olsen, Changyong Dou, Xiaodong Zhang, Lianbo Hu, Hojin Kim, and Edward Hildum, 2010, *Radiometric Calibration for Ag Cam Remote Sens.*
- 9) S. Salaswati, P.R. Hakim, A.H. Syafrudin, 2015, *Analisis Perbandingan Metode Demosaicing Pada Citra Koreksi Hasil Radiometri Bunga Rampai Hasil Litbangyasa : Teknologi pada Pesawat, Roket, dan Satelit.*
- 10) Henrique S. Malvar, Li-wei He, dan Ross Cutler, 2004, *High Quality Linear Interpolation for Demosaicing of Bayer Patterned Color Images*, Microsoft Research.
- 11) Chaudhary, M. Kumar Patil, 2013, *Review of Image Enhancement Technique Using Histogram Equalization.* International Journal of Application or Innovation in Engineering and Management (IJAIEM), Volume 2, ISSN 2319 – 4847.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS 1

DATA UMUM

Nama Lengkap : Sartika Salaswati
Tempat &Tgl. Lahir : Jakarta, 22 Desember 1990
Jenis Kelamin : Perempuan
Instansi Pekerjaan : Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
NIP. / NIM. : 19901222 201402 2 004
Pangkat / Gol.Ruang : Penata Muda/III-a
Jabatan Dalam Pekerjaan : Perekayasa Pertama
Agama : Islam
Status Perkawinan : Menikah

DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMA N 39 Jakarta Tahun: 2005 – 2008
STRATA 1 (S.1) : Fisika Universitas Indonesia Tahun: 2008 – 2013
STRATA 2 (S.2) : - Tahun: -
STRATA 3 (S.3) : - Tahun: -

ALAMAT

Alamat Rumah : Jl. Sawo Rt.007/Rw. 010 No. 24, Baru, Ps. Rebo, Jakarta Timur
Alamat Kantor / Instansi : Jl. Cagak Satelit No.8 Rancabungur – Bogor 16310 Indonesia
HP. : 081287048221
Telp. (office) : 0251-8621667
Email : sartika.salas@gmail.com

RIWAYAT SINGKAT PENULIS

SARTIKA SALASWATI, S.Si, lahir di Jakarta pada 22 Desember 1990 bekerja sebagai pegawai negeri sipil di lingkungan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), masuk mulai tahun 2014, menjadi salah satu perekayasa pertama di satuan kerja Pusat Teknologi Satelit, Rancabungur-Bogor di Bidang Teknologi Muatan Satelit. Riwayat pendidikan S1 di Universitas Indonesia (UI), Jurusan Fisika lulus pada tahun 2013.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS 2

DATA UMUM

Nama Lengkap : Patria Rachman Hakim
Tempat &Tgl. Lahir : 30 April 1982
Jenis Kelamin : Laki -Laki
Instansi Pekerjaan : Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
NIP. / NIM. : 19820430 201012 1 002
Pangkat / Gol.Ruang : Penata Tk.I/III-b
Jabatan Dalam Pekerjaan : Peneliti Muda
Agama : Islam
Status Perkawinan : Menikah

DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMA N 8 Jakarta Tahun: 1997-2000
STRATA 1 (S.1) : Teknik Elektro ITB Tahun: 2000-2004
STRATA 2 (S.2) : Teknik Elektro ITB Tahun: 2005-2008
STRATA 3 (S.3) : - Tahun: -

ALAMAT

Alamat Rumah : Komplek Taman Yasmin, Bogor, Jawa Barat
Alamat Kantor / Instansi : Jl. Cagak Satelit No.8 Rancabungur – Bogor 16310 Indonesia
HP. :
Telp. (office) : 0251-8621667
Email : patriarachmanhakim@yahoo.com

RIWAYAT SINGKAT PENULIS

PATRIA RACHMAN HAKIM, ST, MT, lahir pada 30 April 1982 bekerja sebagai pegawai negeri sipil di lingkungan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), masuk mulai tahun 2010, menjadi salah satu peneliti muda di satuan kerja Pusat Teknologi Satelit, Rancabungur-Bogor di Bidang Teknologi Muatan Satelit. Riwayat pendidikan S1 dan S2 di Institut Teknologi Bandung (ITB), Jurusan Teknik Elektro.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS 3

DATA UMUM

Nama Lengkap : A. Hadi Syafrudin
Tempat &Tgl. Lahir : 23 November 1980
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Instansi Pekerjaan : Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
NIP. / NIM. : 19801123 200604 1 003
Pangkat / Gol.Ruang : III-C
Jabatan Dalam Pekerjaan : Peneliti Muda
Agama : Islam
Status Perkawinan : Belum Menikah

DATA PENDIDIKAN

SLTA : Tahun:
STRATA 1 (S.1) : Teknik Elektro ITS Tahun:
STRATA 2 (S.2) : Remote Sensing IPB Tahun:
STRATA 3 (S.3) : - Tahun: -

ALAMAT

Alamat Rumah : Pakuan Residence, Bogor, Jawa Barat
Alamat Kantor / Instansi : Jl. Cagak Satelit No.8 Rancabungur – Bogor 16310 Indonesia
HP. :
Telp. (office) : 0251-8621667
Email : hadi.syafrudin@lapan.go.id

RIWAYAT SINGKAT PENULIS

A.HADI SYAFRUDIN, ST, M.Sc ,lahir pada 23 November 1980 bekerja sebagai pegawai negeri sipil di lingkungan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), masuk mulai tahun 2006, menjadi salah satu peneliti muda di satuan kerja Pusat Teknologi Satelit, Rancabungur-Bogor di Bidang Teknologi Muatan Satelit. Riwayat pendidikan S1 di Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Jurusan Teknik Elektro dan S2 di Institut Pertanian Bogor, Jurusan *Remote Sensing*.