

Pengembangan Standardisasi Metode Koreksi Geometrik Data Optik Satelit Penginderaan Jauh Resolusi Menengah

Development of Standardization of Geometric Correction Method for Optical Remote Sensing Data in Medium Resolution

Fadila Muchsin^{1*}, Hendayani¹, Sukentyas E. Siwi¹, Tuti Gantini¹, Atriyon Julzarika²

¹Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh – LAPAN

²Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh – LAPAN

^{*}E-mail: fadila.muchsin@lapan.go.id

ABSTRAK - Undang-undang No. 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan pasal 19 ayat 2 menyebutkan bahwa pengolahan data penginderaan jauh wajib dilakukan dengan mengacu pada metode dan kualitas pengolahan data penginderaan jauh (inderaja) yang ditetapkan oleh lembaga (LAPAN). Metode pengolahan data yang dimaksud salah satunya adalah koreksi geometrik. Koreksi geometrik merupakan proses untuk memperbaiki posisi/koordinat data (inderaja) sehingga sesuai dengan posisi di permukaan bumi. Berbagai metode koreksi geometrik telah dilakukan dan diimplementasikan di Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) pada data penginderaan jauh berbagai resolusi untuk menghasilkan produk inderaja seperti mosaik citra satelit bebas awan, *surface reflectance* dan produk turunan lainnya. Produk tersebut diberikan kepada setiap pengguna dari Kementerian/Lembaga, Pemerintah Daerah dan Lembaga Pendidikan untuk keperluan pemetaan, tata ruang, kehutanan, pertanian, kelautan, bencana alam, penelitian dan pengembangan, dan sebagainya. Namun metode yang dilakukan belum distandarkan sehingga masih menyulitkan bagi pengguna di luar LAPAN untuk melakukan koreksi geometrik secara mandiri dan menghasilkan akurasi geometrik yang sesuai standar. Pada penelitian telah dilakukan pengembangan standar koreksi geometrik data penginderaan jauh satelit meliputi ketentuan untuk data masukan, model koreksi (*rigorous sensor model* dan *rational function model*), rektifikasi, resampling, data keluaran dan ketelitian posisi geometrik. Pengembangan standardisasi koreksi geometrik mengacu kepada ketentuan Badan Nasional Standar (BSN). Penelitian ini telah menghasilkan standar koreksi geometri yang akan diberlakukan di lingkungan LAPAN dan pengguna data inderaja dan diharapkan dapat menjadi Standar Nasional Indonesia (SNI).

Kata Kunci: Undang-undang, LAPAN, standardisasi, koreksi geometri, penginderaan jauh

ABSTRACT- Act No. 21 Year 2013 on space, article 19 paragraph 2 states that the processing of remote sensing data must be done with reference to the method and quality of remote sensing data processing defined by the institution (LAPAN). One of the methods of remote sensing data processing is geometric correction. Geometric correction is a process to improve the position/coordinate data so that it fits with the position on the surface of the earth. Various geometric correction methods have been done and implemented in the Indonesia National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN) on remote sensing data of multi resolutions to produce remote sensing products such as cloud free mosaics, *surface reflectance* and other derivative products. Those products are provided to users from the Ministry/National Institution, Local Government and Educational Institution for the needs of mapping, urban planning, forestry, agriculture, marine, natural disaster, research and development, and so on. However, the method has not been standardized so that it is still difficult for users outside LAPAN to perform geometric correction independently and produce geometric accuracy according to the standard. In the research, the geometric correction standard for remote sensing satellite data includes provision for input, geometric models (*rigorous sensor model* and *rational function model*), rectification, resampling, output and positional accuracy. Development of geometric correction standardization refers to the provisions of the National Standardization Agency of Indonesia (BSN). This research has produced standard geometric correction which will be applied in LAPAN and expected to become Indonesian National Standard (SNI).

Keywords: Act, LAPAN, standardization, geometric correction, remote sensing

1. PENDAHULUAN

Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2013 tentang keantariksaan pasal 19 menyebutkan Pengolahan data penginderaan jauh wajib dilakukan dengan mengacu pada metode dan kualitas pengolahan data penginderaan jauh yang ditetapkan oleh Lembaga serta pasal 20 ayat 3 menyebutkan bahwa Lembaga bertugas melakukan pembinaan dan menetapkan standardisasi data dan produk informasi serta metode pengolahan penginderaan jauh nasional.

Sejak tahun 1993 LAPAN mulai menerima data optik satelit penginderaan jauh melalui stasiun bumi sumberdaya alam di Parepare Sulawesi Selatan sehingga LAPAN memiliki kemampuan untuk melayani kebutuhan data penginderaan jauh untuk pengguna secara *near real time* khususnya data resolusi menengah (www.pustekdata.lapan.go.id). Keunggulan dari data resolusi menengah adalah cakupannya yang luas, kemampuan spektral yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi dan saat ini dapat diperoleh secara gratis dengan mengunduh melalui website LAPAN.

Dalam melayani kebutuhan pengguna, LAPAN terus berupaya meningkatkan pelayanan melalui penyediaan data secara kontinyu, pengembangan metode dan kualitas pengolahan data serta pengelolaan data penginderaan jauh melalui kegiatan litbangyasa di Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh (Pustekdata). Terkait dengan pengembangan metode dan kualitas pengolahan data khususnya metode koreksi geometrik, telah dilakukan pengembangan metode koreksi mulai dari koreksi geometrik sistematis, koreksi geometrik presisi, koreksi geometrik terrain sampai dengan koreksi geometrik terrain presisi, dimana masing-masing metode menghasilkan produk data penginderaan jauh dengan kualitas geometrik yang paling rendah sampai dengan kualitas sangat tinggi. Koreksi geometrik merupakan proses untuk memperbaiki posisi/koordinat data penginderaan jauh (inderaja) sehingga sesuai dengan posisi di permukaan bumi. Koreksi geometrik merupakan faktor penting dalam pengolahan awal data penginderaan jauh karena dapat mempengaruhi ketelitian posisi suatu pemetaan.

Penelitian ini dilakukan sebagai upaya menuju standardisasi metode dan kualitas pengolahan data yaitu standardisasi metode koreksi geometri data resolusi menengah untuk mendapatkan Standar Nasional Indonesia (SNI). Penelitian ini bertujuan agar metode koreksi geometri data optis satelit inderaja resolusi spasial menengah memenuhi persyaratan standar dan dapat dijalankan di lingkungan internal dan eksternal LAPAN.

2. METODE

Metode pengembangan standar meliputi tahapan sebagai berikut (Sunaryanto, D., dan Susanto, T, 2015):

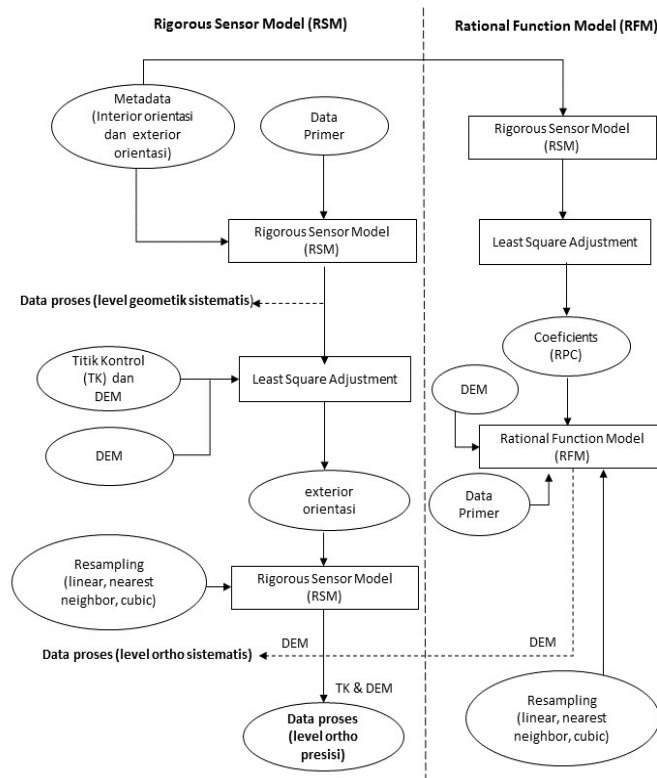
- Melakukan studi literatur dan inventarisasi metode koreksi geometrik data optik resolusi menengah, SNI dan dokumen terkait standar.
- Menyusun pemeringkatan semi kuantitatif metode/model koreksi geometrik data optik resolusi menengah berdasarkan ketelitian dan level produk/data yang dihasilkan.
- Model koreksi geometrik ditabulasikan dan dilakukan analisis dengan mengacu pada referensi yang ada (dari pemilik satelit, standar internasional, makalah dan jurnal) dan proses operasional pada stasiun bumi LAPAN.
- Analisis SWOT (*Strenght, Weakness, Opportunities, Threats*) berdasarkan lingkungan internal dan eksternal untuk mengetahui strategi pengembangan standardisasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Standardisasi Koreksi Geometrik Data Optik Penginderaan Jauh Resolusi Menengah

Berdasarkan hasil kajian diperoleh metode koreksi geometrik yang dapat diterapkan pada data resolusi menengah adalah model sensor lengkap (RSM) dan/atau model fungsi rasional (RFM) (Toutin, T., 2004, Grodecki, J., and Dial, G., 2003, Pan, H., dkk., 2016). Apabila tersedia parameter orientasi interior dan eksterior dapat digunakan RSM untuk mendapatkan ketelitian posisi yang lebih baik, apabila tidak tersedia dapat menggunakan RFM dengan koefisien yang biasanya disediakan oleh penyedia data. Proses koreksi geometrik disajikan pada **Gambar 1**. Standar Koreksi geometri meliputi:

1. data masukan (data primer metadata, titik kontrol dan ketinggian digital)
2. proses rektifikasi
3. proses resampling
4. hasil koreksi geometrik
5. ketelitian posisi



Gambar 1. Proses koreksi geometrik menggunakan RSM atau RFM

1. Data masukan (data primer metadata, titik kontrol dan ketinggian digital)
 - a. Data primer, data primer yang digunakan dalam proses koreksi geometri (**Gambar 1**) merupakan data optik satelit penginderaan jauh resolusi spasial menengah (> 4 meter dan ≤ 30 meter).
 - b. Metadata dari data primer berisi informasi lengkap tentang parameter *ephemeris*, *attitude*, orientasi interior, orientasi eksterior untuk setiap waktu (t) dan *incidence angle/view angle* lebih kecil atau sama dengan 20 derajat terhadap nadir.
 - c. Titik kontrol, dapat diperoleh dari sistem satelit navigasi global seperti GPS, GNSS, citra terkoreksi ortho, peta rupa bumi, GCP Chips dan sumber lainnya dari ruang publik seperti GLS 2000 dari USGS. Pada tahap seleksi titik kontrol prediksi kesalahan dari titik kontrol yang dipilih harus lebih kecil dari pada satu piksel. Untuk titik kontrol yang diperoleh melalui GCP chips maka korelasinya harus sama dengan atau lebih besar daripada 0,7.
 - d. DEM dapat berasal dari DEM dari citra stereo, peta kontur digital dan sumber lainnya yang dapat diperoleh dari ruang publik seperti DEM SRTM, DTED, GTOPO30 maupun dari sumber lain terutama dari instansi pemerintah yang memiliki data DEM yang lebih teliti. Pada tahap seleksi titik ketinggian prediksi kesalahan dari DEM harus lebih kecil dari setengah resolusi spasial dari DEM yang digunakan.
2. Proses rektifikasi

Proses rektifikasi dilakukan menggunakan model RSM atau RFM didasari pada parameter yang tersedia.

 - a. Pada model RSM penyesuaian orientasi eksterior dengan titik kontrol yang telah terpilih dilakukan menggunakan metode hitung perataan kuadrat terkecil. Hasil perataan orientasi eksterior yang telah dioptimisasi di atas digunakan untuk proses rektifikasi terhadap seluruh citra.
 - b. Pada model RFM dilakukan juga hitung perataan kuadrat terkecil koefisien dari *rational function* (RPC) tersebut dengan jumlah titik kontrol lebih dari tiga kali jumlah koefisien yang akan disesuaikan. Hasil perataan koefisien rasional *function* yang telah disesuaikan tersebut digunakan untuk proses rektifikasi terhadap seluruh citra.
3. Proses resampling

Setelah proses rektifikasi dilakukan proses resampling dengan menggunakan salah satu metode yaitu *linear*, *nearest neighbour* (NN) atau *cubic convolution* (CC) seperti pada lampiran B. Untuk analisis digital dapat menggunakan *linear* dan *nearest neighbour*, dan untuk analisis visual menggunakan *cubic convolution* (CC).

4. Hasil koreksi geometrik
 - a. Hasil dari koreksi geometrik berupa data proses masih dalam koordinat ECEF diproyeksikan kepada Sistem Referensi WGS 84. Data proses disimpan dalam format GeoTiff atau JP2.
 - b. 5. Ketelitian posisi
 - c. Ketelitian posisi hasil koreksi geometrik ditentukan berdasarkan nilai *circular error* 90% (CE90) untuk ketelitian horisontal dan *linear error* 90% (LE 90) untuk ketelitian vertikal. Nilai CE90 dan LE90 dapat diperoleh dengan rumus mengacu kepada standar US NMAS . Ketelitian posisi hasil koreksi geometrik untuk kebutuhan peta dasar sesuai pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Ketelitian geometrik peta RBI (BIG, 2014)

No.	Skala	Interval Kontur (m)	Ketelitian Peta RBI					
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			Horisontal	Vertikal	Horisontal	Vertikal	Horisontal	Vertikal
			CE90 (meter)	LE90 (meter)	CE90 (meter)	LE90 (meter)	CE90 (meter)	LE90 (meter)
1	1:1.000.000	400	200	200	300	300,00	500	500,00
2	1:500.000	200	100	100	150	150,00	250	250,00
3	1:250.000	100	50	50	75	75,00	125	125,00
4	1:100.000	40	20	20	30	30,00	50	50,00
5	1:50.000	20	10	10	15	15,00	25	25,00
6	1:25.000	10	5	5	7,5	7,50	12,5	12,50
7	1:10.000	4	2	2	3	3,00	5	5,00
8	1:5.000	2	1	1	1,5	1,50	2,5	2,00
9	1:2500	1	0,5	0,5	0,75	0,75	1,25	1,25
10	1:1.000	0,4	0,2	0,2	0,3	0,30	0,5	0,50

3.2. Analisis SWOT

Sebagai langkah awal pengembangan standar dilakukan analisis kualitatif menggunakan metode SWOT (Sunaryanto, D., dan Susanto, T, 2015) berdasarkan lingkungan internal dan eksternal.

▪ Kekuatan (*Strength*)

Kekuatan utama adalah standar koreksi geometri diperlukan untuk menjalankan amanah UU No.21 tahun 2013 tentang keantariksaan. Faktor penting lainnya adalah kekuatan LAPAN dalam penyediaan data optik satelit penginderaan jauh resolusi menengah secara *real time* untuk kebutuhan nasional melalui BDPJN. Disamping itu perkembangan metode pengolahan data untuk menghasilkan data/produk dengan akurasi geometri yang sangat tinggi sehingga memerlukan konsistensi dalam menjaga kualitas data/produk penginderaan jauh melalui penyediaan standar koreksi geometrik dan untuk peningkatan jaminan mutu dalam rangka perlindungan kepada masyarakat dan pengguna.

▪ Kelemahan (*Weakness*)

Belum adanya aturan yang jelas untuk mendapatkan data masukan (titik kontrol dan ketinggian digital) bagi instansi yang memiliki data tersebut. Kelemahan ini juga dapat merupakan acuan dalam penerapan standardisasi koreksi geometrik. Disamping itu, liputan awan pada data optis pada musim tertentu yang cukup tinggi sehingga sulit untuk menghasilkan akurasi geometrik yang sesuai standar.

▪ Peluang (*Opportunities*)

Belum adanya SNI koreksi geometrik data optis satelit inderaja resolusi menengah sehingga memberi peluang pengembangan standardisasi koreksi geometrik menjadi SNI semakin besar.

▪ Ancaman (*Threats*)

Sama halnya dengan kelemahan, ancaman dalam penerapan SNI adalah belum adanya aturan yang jelas untuk mendapatkan data masukan (titik kontrol dan ketinggian digital) bagi instansi yang memiliki data tersebut. Belum tersedia standar pengujian hasil koreksi geometrik dapat menyebabkan akurasi hasil koreksi menjadi tidak konsisten.

3.3. Identifikasi Strategi

Berdasarkan analisis SWOT perlu dibangun strategi sebagai upaya pengembangan SNI koreksi geometrik data optis satelit indera resolusi menengah antara lain:

- UU No.21 tahun 2013 tentang keantariksaan merupakan kekuatan dalam pengembangan standardisasi.
- belum adanya SNI koreksi geometrik data optis satelit indera resolusi menengah sehingga memberi peluang pengembangan standardisasi koreksi geometrik menjadi SNI semakin besar
- terkait dengan data masukan: perlu adanya aturan yang jelas untuk mendapatkan data masukan (titik kontrol dan ketinggian digital) bagi instansi yang memiliki data tersebut.
- liputan awan pada data optis pada musim tertentu yang cukup tinggi sehingga sulit untuk menghasilkan akurasi geometrik yang sesuai standar, perlu alternatif penggunaan data radar/SAR sehingga perlu dibuat standar pengolahan data radar/SAR.
- belum adanya SNI koreksi geometrik data optis satelit indera resolusi menengah sehingga memberi peluang pengembangan standardisasi koreksi geometrik menjadi SNI semakin besar
- belum tersedia standar pengujian hasil koreksi geometrik dapat menyebabkan akurasi hasil koreksi menjadi tidak konsisten sehingga perlu dibuat/ditentukan Standar LAPAN tentang pengujian hasil koreksi geometrik.

4. KESIMPULAN

Telah disusun dokumen untuk pengajuan Rancangan Standar LAPAN (RSL) sebagai upaya untuk menjalankan amanah UU No.21 tahun 2013 tentang keantariksaan. Berdasarkan hasil kajian diperoleh metode koreksi geometrik yang dapat diterapkan pada data resolusi menengah adalah model model sensor lengkap (RSM) dan/atau model fungsi rasional (RFM). Standar Koreksi geometri meliputi:

1. data masukan (data primer metadata, titik kontrol dan ketinggian digital),
2. proses rektifikasi,
3. proses resampling
4. Hasil koreksi geometrik
5. Ketelitian posisi

RSL selanjutnya akan menjadi Standar LAPAN. Berdasarkan analisis SWOT, belum adanya SNI koreksi geometrik data optis satelit indera resolusi menengah memberi peluang Standar LAPAN untuk ditingkatkan menjadi SNI semakin besar.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada Ir. Mahdi Kartasmita, Ph.D, atas arahan dan bimbingan pada pemahaman teoritis dan matematis metode koreksi geometrik, Deputy Penginderaan Jauh Dr. Orbita Roswintari terkait kebijakan pengembangan standardisasi serta Ir. Dedi Irawadi selaku Kapustekdata Inderaja pada operasional pengolahan data di stasiun bumi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Informasi Geospasial (BIG). (2014). Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 tahun 2014 tentang pedoman teknis ketelitian peta dasar.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2002). Jaring Kontrol Horizontal, SNI 19-6724.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2016). Informasi Geografis – Kalibrasi dan Validasi Sensor Data Citra Penginderaan Jauh – Bagian 1: Sensor Optik, ISO/TS 19159.
- Grodecki, J., dan Dial, G. (2003). *Block Adjustment of High Resolution Satellite Images Described by Rational Polynomials*, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol 69, No.1, pp. 59 – 68.
- Hansda, G. (2012). Super Resolution With Better Edge Enhancement, Thesis, 2012, University of Texas at Arlington, USA.
- International Organization for Standardization. (2014). Geographic Information – Metadata – Part 1: Fundamentals, ISO 19115-1.
- Kartasmita, M. (2008). Rekomendasi Produk Standar Pusdata, Pusdata Inderaja LAPAN.

- Pan, H., Tao, C., dan Zou, Z. (2016). *Precise Georeference Using The Rigorous Sensor Model and Rational Function for ZiYuan-3 Strip Scenes with Minimum Control*, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 119, pp 259 – 266.
- Ross, K. (2004). Geospasial Statistical Methods, Paper Presentation, High Spatial Resolution Commercial Imagery Workshop, Reston Virginia, USA.
- Sunaryanto, D., dan Susanto, T. (2015). *Pengembangan SNI Bidang Migas Melalui Standar Pelaporan Sumberdaya Migas dan Sertifikasi Produk Hilir Migas*, Prosiding Annual Meeting on Testing and Quality, LIPI, p. 362 – 375.
- Toutin, T. (2004). *Review article: Geometric Processing of Remote Sensing Images: Models Algorithms and Methods*, International Journal of Remote Sensing, volume 25 (10) pp. 1893 – 1924.