

Pengembangan Modul Penghitungan Sudut Datang (*Incidence Angle*) untuk Keperluan Koreksi Radiometrik Data TerraSAR-X

Yudhi Prabowo¹, Katmoko Ari Sambodo¹

Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh – LAPAN, Jl. Lapan No.70, Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta Timur 13710, INDONESIA. Email : yudhi.prabowo@lapan.go.id

Abstrak – Dewasa ini data *Synthetic Aperture Radar* (SAR) menjadi sumber data yang potensial dalam berbagai aplikasi penginderaan jauh dikarenakan kemampuannya dapat mengamati permukaan bumi baik dalam keadaan siang, malam maupun dalam keadaan berawan. Sebelum data SAR diolah lebih lanjut perlu dilakukan koreksi radiometrik yang bertujuan untuk mengembalikan nilai piksel yang masih mempunyai kesalahan bias karena pengaruh *backscatter* dari objek lain menjadi nilai *backscatter* dari objek yang sebenarnya pada tiap piksel. Tipe data SAR pada level 1 umumnya tidak terkoreksi secara radiometrik sehingga masih terdapat bias radiometrik yang signifikan pada setiap pikselnya. Untuk melakukan koreksi radiometrik diperlukannilai *incidence angle* pada setiap piksel data SAR. Penelitian ini bertujuan untuk membuat data *incidence angle* yang dapat digunakan untuk keperluan koreksi radiometrik dengan menggunakan data TerraSAR-X. Nilai *incidence angle* setiap piksel dihitung dengan cara menginterpolasi secara linier dari nilai *incidence angle* pada setiap sudut *scene* yang diperoleh dari metadata. Hasil dari penelitian ini adalah data *incidence angle* pada setiap piksel scene TerraSAR-X dengan mengasumsikan bumi sebagai bidang yang datar (*flat*).

Kata kunci : koreksi radiometrik, *incidence angle*, TerraSAR-X, SAR

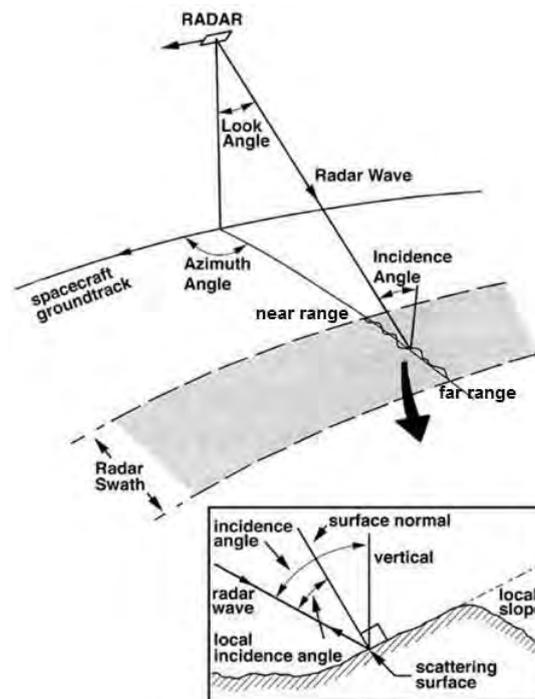
PENDAHULUAN

Data SAR menjadi data yang sangat penting dalam aplikasi penginderaan jauh karena kemampuannya dalam mengamati permukaan bumi dalam segala cuaca baik dalam keadaan siang, malam, maupun dalam keadaan berawan. Hal ini dikarenakan kemampuannya yang tidak tergantung dengan energi matahari seperti pada sistem penginderaan jauh sensor optik. Suatu sistem SAR terdiri atas pemancar (*transmitter*), penerima (*receiver*), antena dan sistem elektronik untuk memproses dan merekam data. Spektrum elektromagnetik yang dipancarkan oleh sistem SAR antara frekuensi 0.3 GHz sampai 300GHz. Atau apabila dinyatakan dengan panjang gelombang antara 1 m sampai 1 mm. Bagian pemancar akan mengirimkan gelombang elektromagnetik ke permukaan bumi kemudian antena penerima akan menerima bagian dari energi yang dihambur balikkan (*backscatter*) untuk kemudian direkam/diproses lebih lanjut (Sambodo, *et al.* 2005).

Sebelum data SAR diolah lebih lanjut perlu dilakukan koreksi radiometrik yang bertujuan untuk mengembalikan nilai piksel yang masih mempunyai kesalahan bias karena pengaruh *backscatter* dari objek lain menjadi nilai *backscatter* dari objek yang sebenarnya pada tiap piksel (Mansourpour, *et al.* 2008). Tipe data SAR pada level 1 umumnya tidak terkoreksi secara radiometrik sehingga masih terdapat bias radiometrik yang signifikan pada setiap pikselnya. Untuk melakukan koreksi radiometrik diperlukan nilai *incidence angle* pada setiap piksel data SAR (Fritz, *et al.* 2007)

Incidence angle seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 merupakan sudut yang terbentuk antara garis arah datangnya gelombang elektromagnetik dengan garis vertikal (garis normal) pada suatu titik di permukaan bumi. Dalam penginderaan jauh sistem radar variasi ketinggian tidak hanya berpengaruh terhadap keakuratan posisi setiap titik di permukaan bumi akan tetapi juga berpengaruh terhadap tingkat kecerahan dari nilai *backscatter* yang direpresentasikan oleh tiap piksel data radar. Variasi ketinggian menyebabkan nilai *local incidence angle* tiap tempat berbeda-beda dan tidak linear. Dalam hal ini nilai *incidence angle* berbanding terbalik dengan nilai *backscatter* yang diterima oleh antena penerima sinyal. Semakin besar *incidence angle* maka semakin kecil nilai *backscatter* yang diterima oleh *receiver*, begitu pula sebaliknya semakin kecil *incidence angle* maka semakin besar nilai *backscatter* yang diterima oleh antena (Gauthier, *et al.* 2010).

Selain itu besarnya sudut pemancaran (*look angle*) gelombang elektromagnetik juga mengakibatkan perbedaan nilai *incidence angle* pada tiap piksel dalam suatu scene data SAR. Suatu titik pada jarak yang lebih dekat (*near range*) akan mempunyai sudut *incidence angle* yang lebih kecil daripada suatu titik yang berada pada jarak yang paling jauh (*far range*). Hal ini berlaku pada daerah yang datar atau daerah dengan variasi ketinggian yang tidak terlalu ekstrem.



Gambar1. Geometri perekaman SAR (McCandless, *et al.* 2004)

Penelitian ini bertujuan untuk membuat data *incidence angle* yang digunakan untuk keperluan koreksi radiometrik data TerraSAR-X. Nilai-nilai *incidence angle* setiap piksel dihitung dengan cara menginterpolasi secara linier nilai *incidence angle* pada setiap sudut *scene* yang diperoleh dari metadata. Hasil dari penelitian ini adalah data *incidence angle* yang dapat diaplikasikan pada data TerraSAR-X dengan mengasumsikan bahwa bumi sebagai bidang yang datar (*flat*).

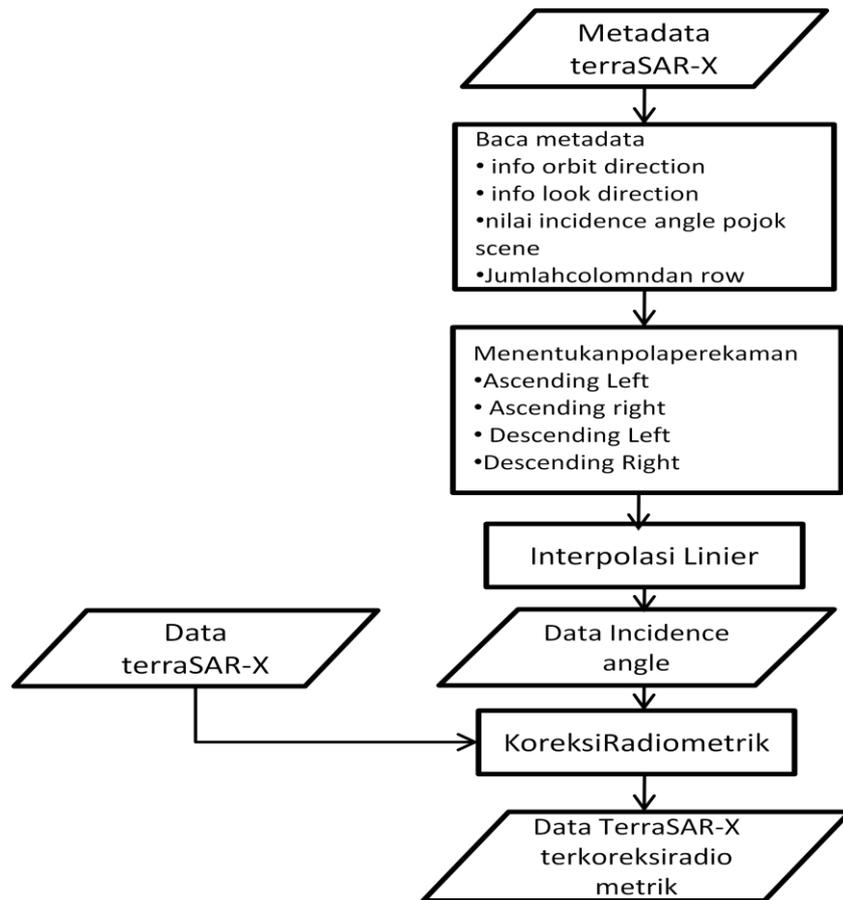
METODOLOGI PENELITIAN

Data

Data SAR yang digunakan adalah data TerraSAR-X daerah kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah, tepatnya pada daerah perbatasan dengan Kalimantan Barat. Data tersebut diakusisi pada tanggal 7 Februari 2013 dengan mode akusisi *stripmap*. Data radar dengan *dual polarization* HH dan HV tersebut sudah level 1B yaitu sudah terkoreksi secara geometrik dengan tipe produk *Enhanced Ellipsoid Corrected* (EEC). Sedangkan dilihat secara topografinya kabupaten Katingan merupakan daerah yang relatif datar dengan variasi ketinggian yang tidak terlalu ekstrem.

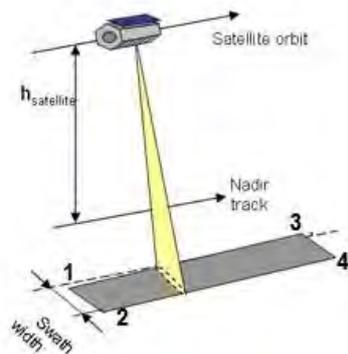
Metode Interpolasi Linier

Pada intinya metode pembuatan data *incidence angle* dilakukan dengan cara sederhana yaitu dengan menginterpolasi secara linier setiap piksel berdasarkan nilai *incidence angle* setiap sudut *scene* citra TerraSAR-X.



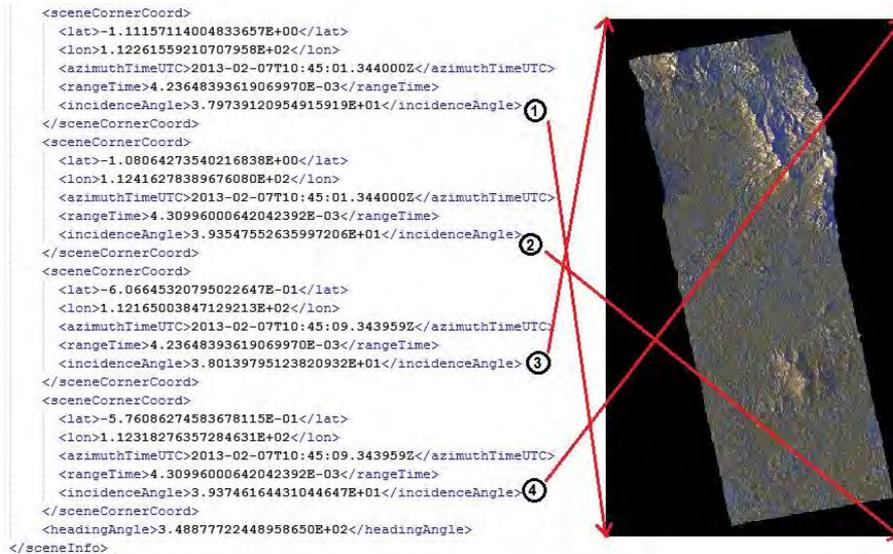
Gambar2. Diagram Alir

Nilai *incidence angle* setiap sudut scene diperoleh dari metadata dengan nama tag `<sceneCornerCoord>`. Urutan nilai *incidence angle* setiap pojok scene TerraSAR-X pada metadata ditulis berdasarkan urutan pojok scene yang pertama kali direkam oleh sensor sesuai dengan arah perekamannya (*look direction*) dan arah orbit (*orbit direction*).



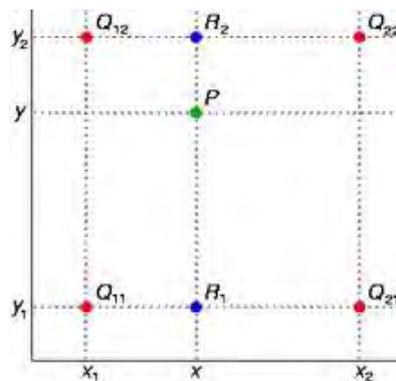
Gambar3. Perekaman data *StripMap* TerraSAR-X (Brautigam, et al. 2007)

Gambar 3 Menunjukkan arah perekaman data TerraSAR-X ke arah kanan sehingga urutan nilai *incidence angle* yang ditulis di metadata dimulai dari pojok kiri bawah, pojok kanan bawah, kemudian pojok kiri atas dan pojok kanan atas. Gambar 4 menunjukkan urutan penulisan nilai *incidence angle* pada metadata sesuai dengan posisinya pada scene yang terekam.



Gambar4. Nilai *incidence angle* pada metadata TerraSAR-X

Nilai *incidence angle* tiap pojok scene yang diperoleh digunakan sebagai acuan dalam menginterpolasi nilai *incidence angle* setiap piksel yang lainnya berdasarkan persamaan interpolasi berikut. Proses interpolasi dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman python dengan menggunakan library numpy.



Gambar5. Interpolasi Linear (<http://web.pdx.edu>)

$$f(R1) \approx \frac{x2-x}{x2-x1} f(Q11) + \frac{x-x1}{x2-x1} f(Q21) \dots\dots\dots(1)$$

$$f(R2) \approx \frac{x2-x}{x2-x1} f(Q12) + \frac{x-x1}{x2-x1} f(Q22) \dots\dots\dots(2)$$

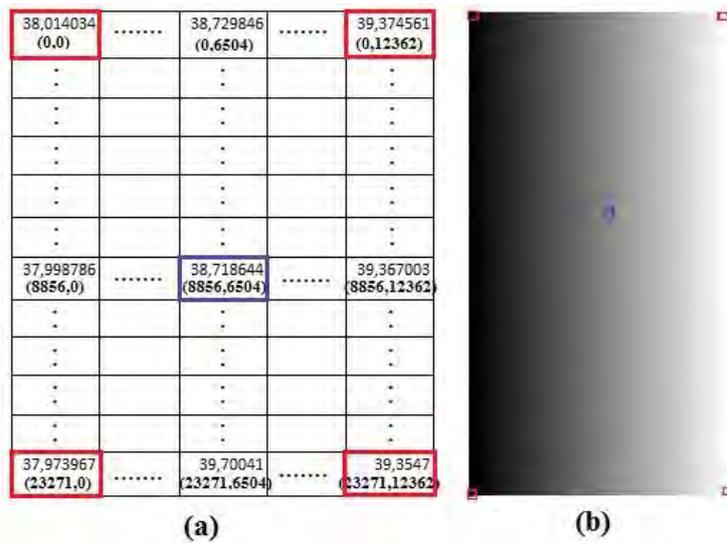
Dimana R1 = (x,y1) dan R2 = (x,y2)

Maka,

$$f(P) \approx \frac{y2-y}{y2-y1} f(R1) + \frac{y-y1}{y2-y1} f(R2) \dots\dots\dots(3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

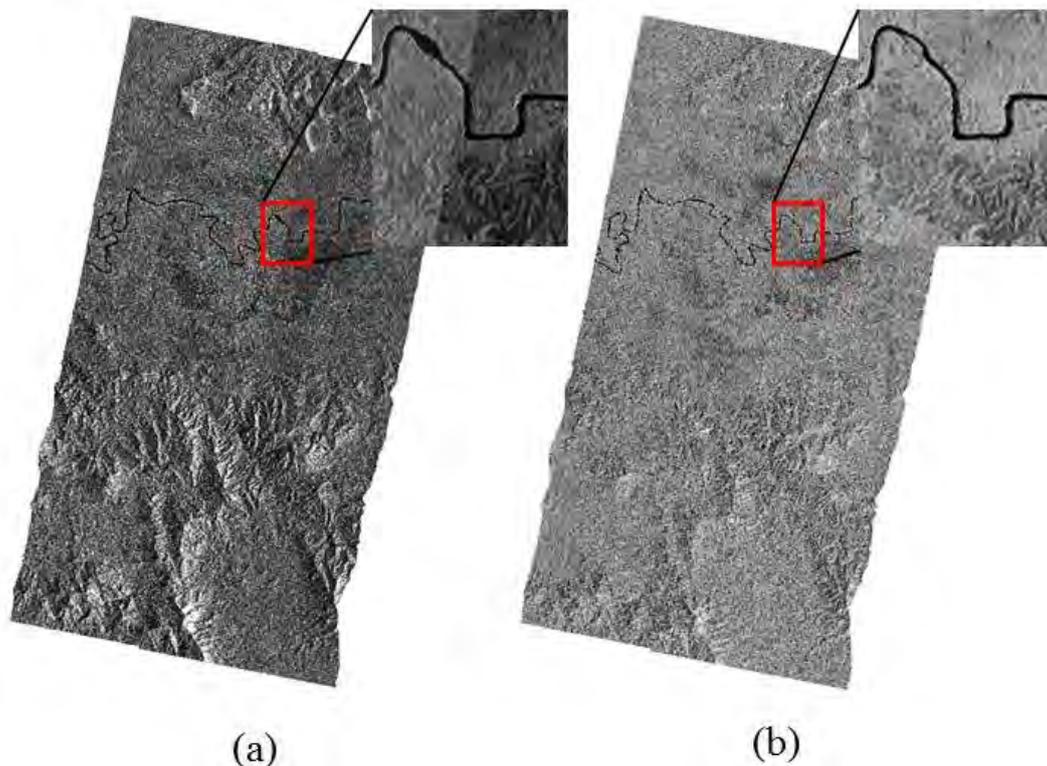
Hasil dari penelitian ini adalah data *incidence angle* yang disimpan dalam bentuk raster maupun dalam bentuk matrix array. Gambar 6 menunjukkan tampilan data *incidence angle* dalam bentuk raster yang digambarkan dengan nilai derajat keabuan dari hitam ke putih. Warna hitam menunjukkan nilai *incidence angle* yang minimum, sedangkan warna putih menunjukkan nilai yang maksimum.



Gambar6.Data *Incidence angle* dalam bentuk matrix (a) dan raster (b)

Data *incidence angle* yang disimpan dalam bentuk matrix array dapat dimanfaatkan untuk pengolahan secara otomatisasi data TerraSAR-X. Hal ini dapat diaplikasikan apabila dilakukan pengolahan data yang besar dan banyak sehingga nilai *incidence angle* cukup disimpan dalam bentuk matrix array tanpa disimpan dalam bentuk raster.

Gambar 7 menunjukkan perbedaan hasil data TerraSAR-X antara sebelum dan sesudah dilakukan koreksi radiometrik dengan menggunakan data *incidence angle*. Mosaik data yang belum di koreksi radiometrik tampak ada perbedaan kecerahan antara batas scene. Sedangkan setelah di koreksi radiometrik perbedaan antara batas scene bisa dihilangkan. Data yang sudah terkoreksi radiometrik juga terlihat lebih datar dan lebih halus perbedaan kekontrasannya antara lereng yang menghadap arah datangnya sinyal radar dengan lereng yang membelakangi arah datangnya sinyal radar. Hal ini karena nilai backscatter dinormalisasikan sesuai dengan nilai *incidence angle* pada tiap pikselnya sehingga bias radiometrik dapat direduksi.



Gambar7.Perbedaan data TerraSAR-X sebelum (a) dan sesudah (b) dikoreksi radiometrik menggunakan data *incidence angle*

KESIMPULAN

Pada penelitian ini dikaji cara membuat data *incidence angle* secara sederhana untuk keperluan kalibrasi radiometrik data Terra SAR-X. Dari hasil penelitian ini data *incidence angle* berhasil dibuat dan dapat digunakan secara baik untuk mengoreksi data Terra SAR-X pada daerah yang datar atau daerah dengan variasi ketinggian yang tidak terlalu ekstrem. Setelah dikoreksi radiometrik dengan menggunakan nilai *incidence angle* penyimpangan nilai backscatter yang menyebabkan bias radiometrik dapat direduksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Brautigam, B. Schwerdt, M. Bachmann, M. Doring, B. 2007. "Results from Geometric and Radiometric Calibration of TerraSAR-X". Proceedings of the 4th European Radar Conference.
- Mansourpour, M. Rajabi, M.A. Rezaee, Z. 2008. "Radiometric and Geometric Correction Methods for Active Radar and SAR Imageries". http://www.tabriz.ncc.org.ir/_DouranPortal/Documents/p8766.pdf, 10 Januari 2015
- Sambodo, K.A. Teguh, Kuncoro. Santoso, Heru. 2005. "Klasifikasi Data Polarimetrik Radar dengan Menggunakan Metode Dekomposisi Cloude & Pottier". Jurnal Mapin XIV - Pemanfaatan Efektif Penginderaan jauh Untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa.
- McCandless, S.W. Jackson, C.R. 2004. "SAR Marine Users Manual - Chapter 1. Principles of Synthetic Aperture Radar". NOAA
- Gauthier, Y. Bernier, M. Fortin, J.P. 2010. "Aspect and Incidence Angle Sensitivity in ERS-1 SAR". International Journal of Remote Sensing, Vol.19, No.10.
- Fritz, T. Eineder, M. Lachaise, M. Roth, A. Breit, H. Schattler, B. Huber, M. 2007. "TerraSAR-X Ground Segment - Level 1b Product Format Specification". https://tandemx-science.dlr.de/pdfs/TX-GS-DD-3307_TerraSAR-X_Ground_Segment_Level_1b_Product_Format_Specification.pdf, 15 Desember 2014
- Airbus Defence and Space. "Radiometric Calibration of TerraSAR-X Data". http://www.geo-airbusds.com/files/pmedia/public/r465_9_tsx-x-itd-tn-0049-radiometric_calculations_i3.00.pdf, 14 Desember 2014
- Floriciou, D. 2008. "Terrasar-X Capabilities and Constrains for Acquisitions Over the Polar Regions". Space Task Group - International Polar Year SAR Workshop, 5/6 March 2008
- Nett, J. "Bilinear Interpolation". http://web.pdx.edu/~jduh/courses/geog493f09/Students/W6_Bilinear_Interpolation.pdf, 14 Desember 2014
- NEST ESA SAR Toolbox 5.0.16 Software, Help Document