

PEMANFAATAN *INTERFEROMETRIC SYNTHETIC APERTURE RADAR* (InSAR) UNTUK PEMODELAN 3D (DSM, DEM, DAN DTM)

Susanto^{*)}, Atriyon Julzarika^{**)}

^{*)} Peneliti Bidang Bangfat, Pusbangja, LAPAN

^{**)} Staf Pusbangja, LAPAN

ABSTRACT

Nowadays, radar is one solution in finishing the problem of cloud effects. Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) can result higher accuracy and precision, also vertical accuracy better than optical data. The important applications in making 3D model include Digital Surface Model (DSM), Digital Elevation Model (DEM), and Digital Terrain Model (DTM). In this research, it was resulted DEM and DTM InSAR Batam City that were differentiated from DSM InSAR Batam City. Result of this 3D models can support mapping application and any other applications.

Keywords: *InSAR, DSM, DEM, DTM*

ABSTRAK

Pada saat ini, radar merupakan salah satu solusi dalam menyelesaikan permasalahan bebas efek awan. *Interferometric Synthetic Aperture Radar* (InSAR) dapat menghasilkan akurasi dan presisi lebih tinggi, bahkan akurasi vertikal juga lebih baik dibandingkan data optik. Aplikasi yang penting adalah dalam pemodelan 3D yang meliputi *Digital Surface Model* (DSM), *Digital Elevation Model* (DEM), dan *Digital Terrain Model* (DTM). Pada penelitian ini diperoleh DEM dan DTM InSAR Kota Batam yang diturunkan dari DSM InSAR Kota Batam. Hasil pemodelan 3D ini dapat mendukung untuk aplikasi pemetaan dan berbagai aplikasi lainnya.

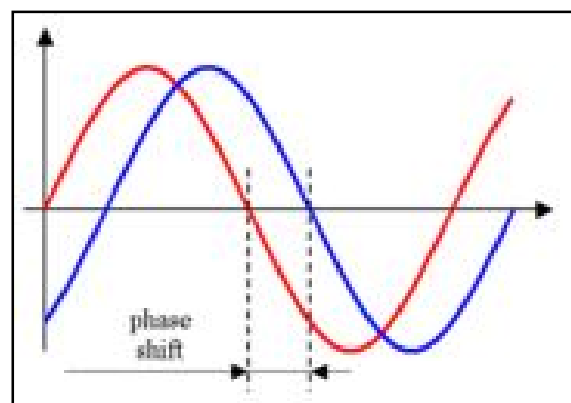
Kata kunci: *InSAR, DSM, DEM, DTM*

1 PENDAHULUAN

Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) adalah teknologi penginderaan Jauh yang menggunakan citra hasil sensor radar dari pesawat udara/satelit (Julzarika, 2007). Sensor radar pada pesawat udara dan satelit memancarkan gelombang radar secara konstan, kemudian gelombang radar tersebut direkam setelah diterima kembali oleh sensor akibat dipantulkan oleh target di permukaan bumi.

Citra radar yang diperoleh dari pesawat udara maupun satelit berisi dua informasi penting. Informasi tersebut adalah daya sinar pancar berupa fase dan amplitudo yang dipengaruhi oleh banyaknya gelombang yang dipancarkan serta dipantulkan kembali. Gambar 1-1

merupakan grafik fase pada satu amplitudo dalam perekaman citra radar.



Gambar 1-1: Grafik fase

Pada saat gelombang dipancarkan dilakukan pengukuran fase. Pada citra yang diperoleh dari tiap elemen citra (piksel) akan memiliki dua informasi tersebut. Intensitas sinyal dapat digunakan

untuk mengetahui karakteristik dari objek yang memantulkan gelombang tersebut, sedangkan fase gelombang digunakan untuk menentukan apakah telah terjadi pergerakan (deformasi) pada permukaan yang memantulkan gelombang tersebut.

InSAR merupakan suatu teknik yang digunakan untuk mengekstraksi informasi tiga dimensi (3D) dari permukaan bumi dengan pengamatan fase gelombang radar (Julzarika, 2007). Pada awalnya radar interferometri digunakan untuk pengamatan permukaan Bulan dan planet Venus. Pada tahun 1974 teknik ini diaplikasikan pertama kali di bidang pemetaan. Untuk memperoleh topografi dari citra harus dipenuhi dua buah syarat, yaitu objek di permukaan bumi yang dicitrakan harus dapat terlihat dengan jelas atau memiliki resolusi citra yang tinggi sehingga dapat dilakukan interpretasi dan identifikasi yang sesuai.

Selain itu citra harus memiliki posisi tiga dimensi yang cukup sehingga daerah yang akan dipetakan dapat diketahui topografinya. Kedua hal tersebut hanya dapat dipenuhi oleh teknik InSAR. Hal inilah yang menyebabkan semakin banyak bidang kajian yang mengaplikasikan InSAR. Teknik interferometri mencitrakan suatu objek di permukaan bumi dengan cara melakukan pengamatan terhadap beda fase dua gelombang pendar yang berasal dari satu objek. Pada penelitian ini, data InSAR yang digunakan menggunakan wahana pesawat udara. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat pemodelan 3D berupa DEM dan DTM hasil turunan DSM InSAR.

2 DASAR TEORI

2.1 Metode Pencitraan InSAR

Metode pencitraan InSAR dapat diterapkan pada wahana pesawat terbang maupun wahana satelit. Pada wahana pesawat terbang digunakan dua antena pada saat yang sama dan melakukan pencitraan dengan sekali

melintas (*single pass*), sedangkan pada wahana satelit digunakan satu antena dengan melakukan pencitraan dengan melintas lebih dari sekali pada waktu yang berbeda (*multi pass*). Pada penggunaan dua buah antena, berdasarkan posisi antena dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu posisi melintang pesawat terbang (*accross track*), dan memanjang pesawat terbang (*along track*). Gambar 2-1 merupakan metode pencitraan dengan wahana satelit dengan sekali melintas (*single pass*).



Gambar 2-1: Metode Pencitraan InSAR dengan wahana satelit, juga mirip wahana pesawat terbang

2.2 Multi Pass, Accross Track, dan Along Track

InSAR dapat dilakukan dengan wahana satelit dan wahana pesawat terbang. Teknik InSAR yang menggunakan satelit dilakukan dengan cara pengulangan lintasan (*multi pass*). Pengulangan lintasan pada daerah yang sama di permukaan Bumi memungkinkan terjadi perubahan liputannya. Perubahan liputan lahan ini mempengaruhi sinyal balik radar. Penggunaan dua satelit yang memiliki perbedaan waktu melintas 1 hari, maka liputan lahan relatif masih tetap. Sensor pada satelit untuk melakukan penginderaan InSAR ke arah samping kanan dengan sudut masuk sebesar 23 derajat dan tegak lurus arah lintasan. Hal ini menyebabkan pada saat satelit bergerak pada posisi naik dari selatan ke utara yang disebut juga *ascending* sensor mengarah ke timur, sebaliknya saat *descending* dari arah

utara ke selatan sensor mengarah ke barat.

Sedangkan pada pencitraan InSAR dengan pesawat terbang menggunakan konsep posisi melintang pesawat terbang (*accross track*), dan memanjang pesawat terbang (*along track*). Hasil InSAR yang dihasilkan jauh lebih akurat dan presisi dibandingkan dengan wahana satelit. Data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode *along track* sehingga geometri citra sudah dalam posisi *orthoimage*.

Apabila dicitrakan oleh suatu sensor, dua titik di permukaan bumi yang memiliki jarak dan azimuth tertentu kemungkinan kedua titik tersebut muncul pada satu elemen citra (piksel) yang sama, padahal kedua titik tersebut kenyataannya memiliki tinggi yang berbeda, namun menjadi tidak dapat dibedakan. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan adanya sensor lain (sensor kedua) yang dapat menunjukkan adanya perbedaan elevasi di antara kedua titik tersebut. Sensor kedua melakukan pencitraan dengan posisi berbeda dengan sensor pertama. Pada masing-masing citra untuk titik yang sama akan mempunyai nilai fase yang berbeda. Beda fase itulah yang merupakan fungsi tingginya. Beda fase ini memiliki nilai pada rentang minus ϕ hingga positif ϕ , sehingga hanya dapat diukur dengan ambiguitas 2ϕ .

2.3 Garis Dasar (*Baseline*)

Dalam menentukan beda fase salah satu hal yang menentukan adalah pencitraan kedua yang dibedakan dengan pencitraan pertama oleh garis dasar (*baseline*). Garis dasar ini disebut juga dengan nama garis dasar interferometrik. Garis dasar interferometrik pesawat udara radar dapat digunakan untuk keperluan tertentu. Semakin pendek garis dasar interferometrik maka pengaruh terhadap perubahan tinggi akan semakin besar. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya panjang garis dasar interferometrik, maka derau fase

juga akan semakin meningkat sehingga terjadi ketidaksesuaian antara citra utama dengan citra kedua.

2.4 Aplikasi InSAR

InSAR yang merupakan salah satu metode dari SAR saat ini banyak digunakan untuk pemetaan topografi daratan dan permukaan es, studi struktur geologi dan klasifikasi batuan, studi gelombang dan arus laut, studi karakteristik dan pergerakan es, pengamatan deformasi, dan gempa bumi (<http://www.camnl.wr.usgs.gov>, 2007).

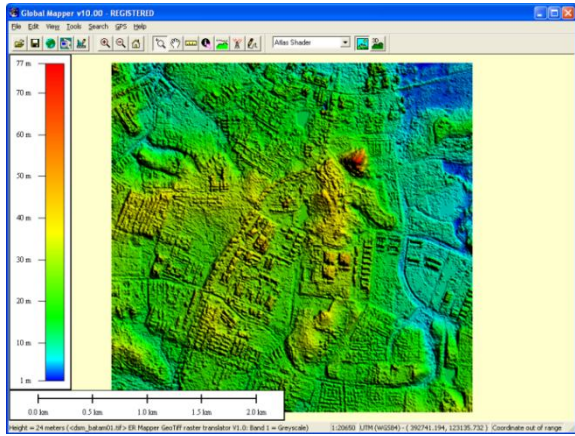
Khusus untuk bidang deformasi, kini InSAR menjadi alternatif teknologi yang menjanjikan dalam penelitian deformasi seperti penurunan tanah (*land subsidence*) dan penelitian gempa bumi. Penggunaan InSAR dalam penelitian gempa bumi berkembang setelah terjadinya gempa Landers di Amerika, yang terdokumentasikan serta terinformasikan deformasinya dengan baik oleh citra InSAR. Selain itu InSAR dapat digunakan untuk penentuan *groundwater deformation* (<http://csrc.ucsd.edu>, 2007).

3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Data Penelitian

Pada penelitian ini InSAR digunakan untuk pemodelan 3D dimana data masukan sudah berupa DSM. InSAR tersebut diperoleh dari sensor radar pada wahana pesawat terbang. Data yang berupa DSM tersebut dapat dibuat DEM dan DTM dengan menggunakan persamaan matematika/algorithm tertentu. DTM yang dihasilkan memiliki akurasi dan presisi lebih tinggi. Perangkat lunak yang digunakan adalah Global Mapper, Ilwis, dan EduPac.

DSM merupakan suatu model permukaan digital dengan referensi permukaan objek terhadap *Mean Sea Level* (MSL) 18.61 tahun. Pembuatan DSM ini menggunakan metode Interferometri. Pada Gambar 3-1 ditunjukkan DSM InSAR kota Batam, yang digunakan untuk menghasilkan DEM dan DTM.



Gambar 3-1: DSM InSAR Kota Batam

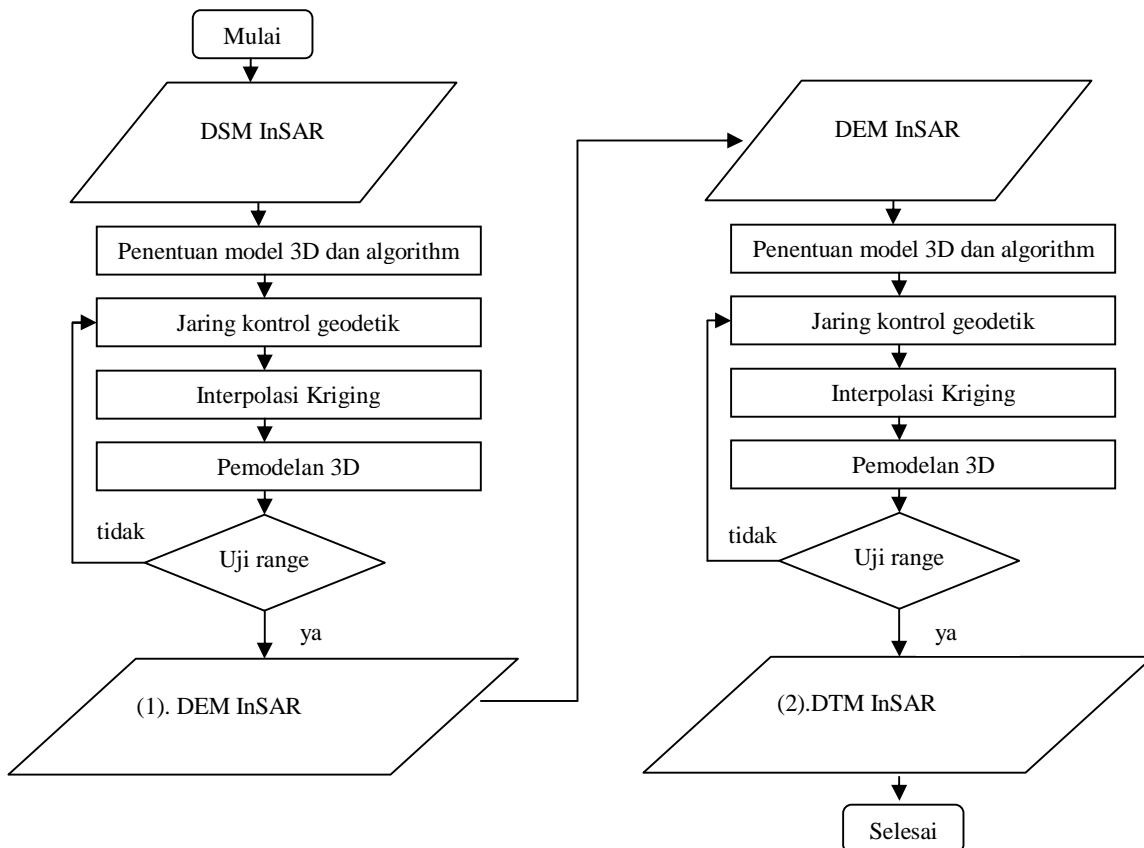
3.2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan diagram alir seperti ditunjukkan pada Gambar 3-2.

DEM tersebut dibuat dengan penurunan dari *Digital Surface Model* (DSM) dengan menggunakan persamaan DSM2DEM yang ditambah dengan interpolasi *Kriging* dan *CoKriging*. Persamaan ini dapat dihitung dengan

hitung perataan kuadrat terkecil. Pemodelan 3D dengan interpolasi *Kriging* ini harus memenuhi kisaran tertentu (Julzarika dan Sudarsono, 2009), sebagai berikut.

- Tinggi setiap titik penelitian adalah h_i meter, h_i =tinggi terhadap ellipsoid.
- Kisaran arah sumbu x : $X' = X - dx_i$ s.d $X + dx_i$
Maka *range* $X = X'$ (pada penelitian ini lebih mengutamakan elevasi/sumbu z)
- Kisaran arah sumbu y : $Y' = Y - dy_i$ s.d $Y + dy_i$
Maka *range* $Y = Y'$ (pada penelitian ini lebih mengutamakan elevasi/sumbu z)
- Kisaran arah sumbu z : $Z' = Z - dz_i$ s.d $Z + dz_i$
 dx_i , dy_i , dan dz_i adalah simpangan baku titik yang diperoleh dari model matematika dengan hitung perataan. Penelitian ini menggunakan interpolasi *Kriging*.

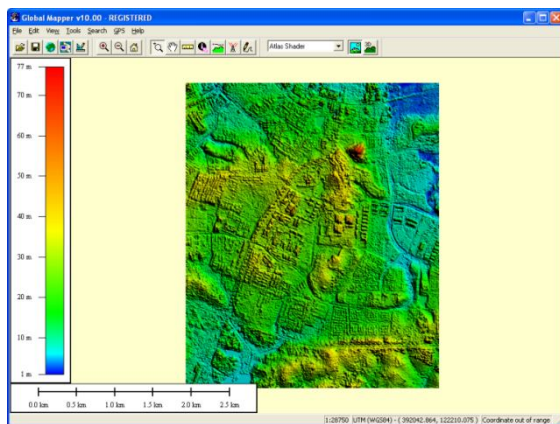


Gambar 3-2: Diagram alir penelitian

4 HASIL PENELITIAN

4.1 Pembuatan *Digital Elevation Model* (DEM) dengan InSAR

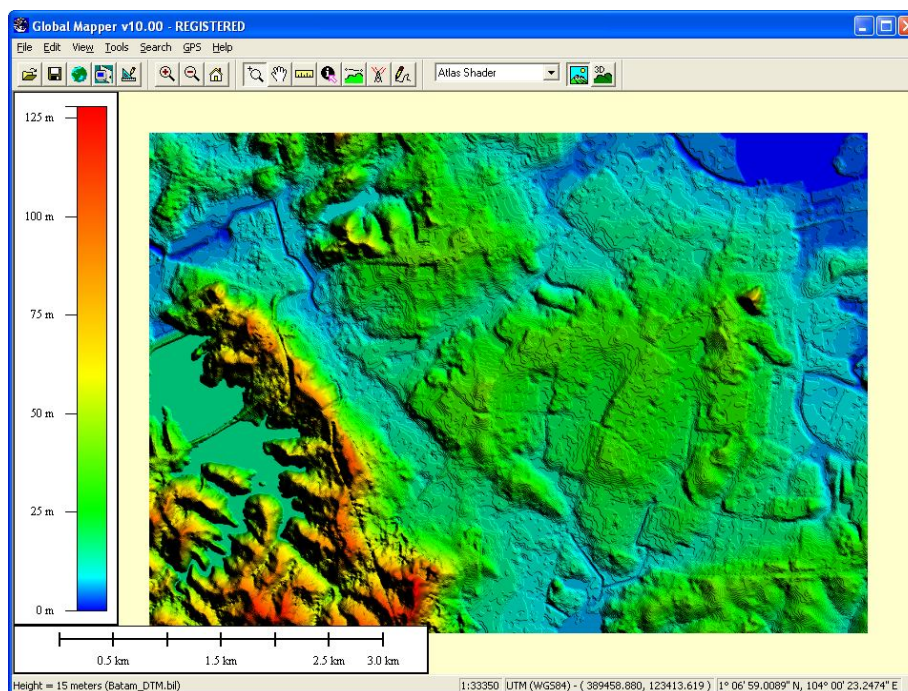
DEM merupakan model permukaan digital dengan referensi tinggi geodesi (tinggi di atas ellipsoid) dan belum dilakukan koreksi geodetik. Penurunan menjadi DEM ini menggunakan interpolasi *Kriging* yang dibantu dengan penentuan jaring kontrol geodetik. Interpolasi *Kriging* digunakan karena merupakan interpolasi yang secara geostatistik dan menghasilkan akurasi dan presisi tinggi. Gambar 4-1 menunjukkan DEM InSAR Kota Batam.



Gambar 4-1: DEM InSAR Kota Batam

4.2 Pembuatan *Digital Terrain Model* (DTM) dengan InSAR

DTM merupakan model permukaan digital dengan referensi tinggi di atas *mean sea level* yang sudah dilakukan koreksi geodetik berupa koreksi terrain, jarak pendek, jarak menengah, dan lain-lain. Terrain yang dihasilkan sudah memiliki akurasi dan presisi tinggi. Selain itu nilai tinggi sudah berupa tinggi normal/terrain, bukan elevasi lagi. Hasil pemodelan 3D berupa DTM ini dapat digunakan untuk aplikasi keteknikan skala besar sampai skala sangat besar. DTM dari data InSAR ini memiliki akurasi vertikal sebesar 1 meter untuk resolusi spasial 5 meter. Pada Gambar 4-2 ditunjukkan tampilan DTM InSAR Kota Batam.



Gambar 4-2: DTM InSAR Kota Batam

5 KESIMPULAN

Berdasarkan kajian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan:

- InSAR merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk pemetaan skala menengah sampai besar dengan wahana pesawat terbang dan satelit serta memiliki keunggulan bebas efek awan.
- InSAR juga dapat digunakan untuk pemodelan 3D yang meliputi DSM, DEM, DTM dan dapat menghasilkan akurasi vertikal yang lebih baik.
- InSAR dapat digunakan untuk berbagai aplikasi keteknikan.

DAFTAR RUJUKAN

- Anonim, 2007. *World Wide Web*, <http://www.rcamnl.wr.usgs.gov>.
- Anonim, 2007. *World Wide Web*, <http://csrc.ucsd.edu>.
- Julzarika, A., 2007. *Survei Hidrografi I*. Materi Kuliah Teknik Geodesi UNDIP, Semarang.
- Julzarika, A. and Sudarsono, B., 2009. *Penurunan Model Permukaan Dijital (DSM) menjadi Model Elevasi Dijital (DEM) dari Citra Satelit ALOS Palsar*, Jurnal Teknik UNDIP, Semarang.