

Proses *Stereoplotting* Data IFSAR untuk Memutakhirkan Peta RBI Skala 1:25.000 Daerah Kabupaten Luwu Utara, Sulawesi Selatan

APRILANA

Jurusan Teknik Geodesi – FTSP Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: aprilana@itenas.ac.id

ABSTRAK

Untuk menyusun Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota/Kabupaten dibutuhkan Peta Rupabumi Indonesia (RBI) minimal skala 1:25.000. Saat ini ketersediaan Peta RBI skala 1:25.000 masih terbatas. Pembuatan peta RBI skala 1:25.000 dapat dilakukan antara lain dengan menggunakan data IFSAR yang dikombinasikan dengan citra optik resolusi tinggi ALOS. Metodologi pembuatan peta RBI meliputi tahapan stereoplotting, pemutakhiran peta dengan citra satelit, survei toponimi, data cleaning, editing atribut, pembentukan database, dan gasetir. Penelitian ini merupakan penelitian tahap awal yang bertujuan untuk mengkaji proses stereoplotting dan pemutakhiran peta RBI dengan citra satelit. Dari hasil penelitian diperoleh cara yang dapat dijadikan panduan pada saat melaksanakan proses stereoplotting dan pemutakhiran dengan citra satelit untuk unsur-unsur: breaklines, mass point, spot height, perairan, jaringan transportasi, tutupan lahan, bangunan dan permukiman. Selain itu diketahui juga keterkaitan antara breaklines, mass point, spot height, perairan dengan kehalusan bentuk DEM dan kontur.

Kata kunci: Peta RBI, IFSAR, stereoplotting, DEM, kontur.

ABSTRACT

To make City/County Spatial Plan, topographic map of Indonesia (RBI) is required with minimum scale of 1:25.000. Currently the availability of RBI map of scale 1:25.000 is limited. RBI map-making of scale 1:25,000 can be done for example by using data IFSAR imagery combined with high-resolution optical image such as ALOS. RBI mapping methodology includes stereoplotting, updating by using the satellite imagery, toponimi surveys, data cleaning, attribute editing, database creation, and gasetir. This preliminary aimed at reviewing the stereoplotting and RBI maps updating processes by using satellite imagery. The results of this study can be used as a guide when implementing the stereoplotting process and map updating using satellite imagery for these elements: breaklines, mass points, spot height, water, transport, land cover, buildings and settlements. In addition, we could identify the relationship between the breaklines, mass points, spot height, and waters with DEM shape and contour smoothness.

Keywords: RBI map, IFSAR, Stereoplotting, DEM, contour.

1. PENDAHULUAN

Untuk meningkatkan percepatan pembangunan nasional diperlukan ketersediaan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW). Untuk menyusun RTRW Kota/Kabupaten dibutuhkan data spasial yang rinci dengan skala minimal 1:25.000. Sampai saat ini ketersediaan data spasial dengan skala 1:25.000 tersebut masih sangat terbatas. Salah satu data spasial adalah peta dasar rupabumi Indonesia (peta RBI). Menurut [1], Peta Dasar Rupabumi adalah peta yang berisi unsur-unsur relief, gedung dan bangunan (permukiman), perhubungan, perairan, penutup lahan, batas administrasi dan batas negara, nama-nama geografi. Peta RBI digunakan sebagai peta dasar/acuan pembuatan peta-peta turunan lainnya. Proses pembuatan RBI skala 1:50.000 menjadi skala 1:25.000 merupakan *update* detail unsur-unsur permukaan bumi sehingga menjadi lebih detail.

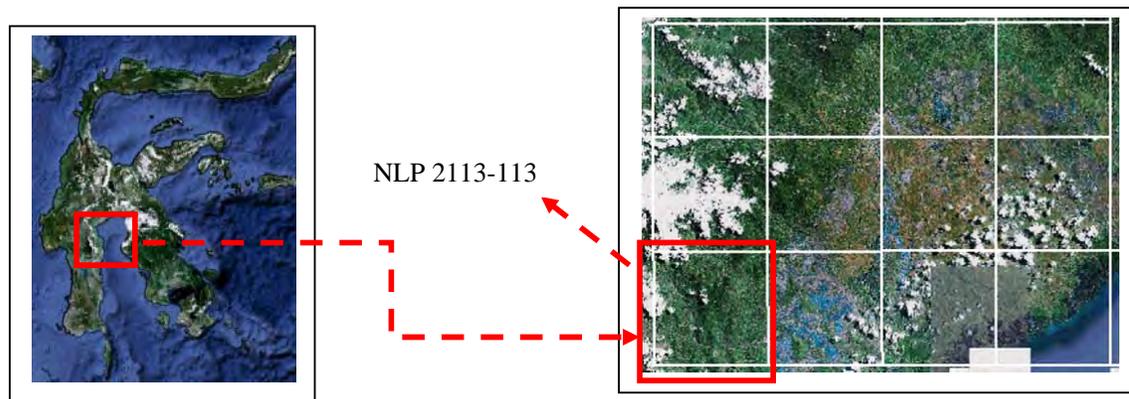
Untuk memperoleh unsur-unsur permukaan bumi yang detail dapat diperoleh dari citra resolusi tinggi. Citra didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitudo f di titik koordinat (x,y) dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut. Apabila nilai x, y, dan nilai amplitudo f secara keseluruhan berhingga (*finite*) dan bernilai diskrit, maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut adalah citra digital [2]. Citra bisa dikategorikan beresolusi tinggi bila memenuhi dua syarat. Pertama, unsur-unsur permukaan bumi harus dapat terlihat dengan jelas sehingga dapat dilakukan interpretasi/identifikasi dengan tepat. Kedua, citra harus memiliki posisi tiga dimensi, sehingga daerah yang akan dipetakan dapat diketahui topografinya. Kedua syarat tersebut dapat dipenuhi oleh data IFSAR (*Interferometric Synthetic Aperture Radar*). Interferometrik merupakan salah satu dari metode penginderaan jauh yang digunakan untuk memperoleh informasi tiga dimensi (3D) dari permukaan bumi dengan menggunakan satelit radar. Data IFSAR berupa citra ORI (*Orthorectified Radar Imaging*) dan citra DSM (*Digital Surface Model*).

Peta RBI yang dibuat dengan data dasar IFSAR melalui beberapa tahapan, yaitu: persiapan, *stereoplotting*, editing 3D, pembentukan DEM, pembentukan kontur, pemutakhiran peta dengan citra optik, survei kelengkapan lapangan, *entry* data lapangan, *data cleaning*, editing atribut, pembentukan *database*, dan gasetir. Penelitian ini merupakan penelitian tahap awal yang bertujuan untuk mengkaji proses stereoplotting dan pemutakhiran peta RBI dengan citra satelit. Penelitian dibatasi hanya pada kajian proses persiapan, stereoplotting, editing 3D, pembentukan DEM, pembentukan kontur, dan pemutakhiran dengan citra optik.

2. METODOLOGI

2.1 Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini sampel lokasi yang dipilih untuk dipetakan adalah di Kabupaten Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan dengan pertimbangan atas ketersediaan data. Nomor Lembar Peta (NLP) daerah yang dipetakan adalah NLP 2113-113, dimana satu nomor lembar peta skala 1:25.000 setara dengan luas area 194 km². Pemilihan NLP tersebut adalah karena daerahnya relatif berbukit/bergunung sehingga sesuai untuk mengkaji proses *stereoplotting*. Lokasi tersebut pada Peta RBI skala 1:50.000 terletak pada NLP 2113-11 dengan nama indeks peta Palopo. Lokasi daerah studi yang dipetakan dapat dilihat pada Gambar 1.



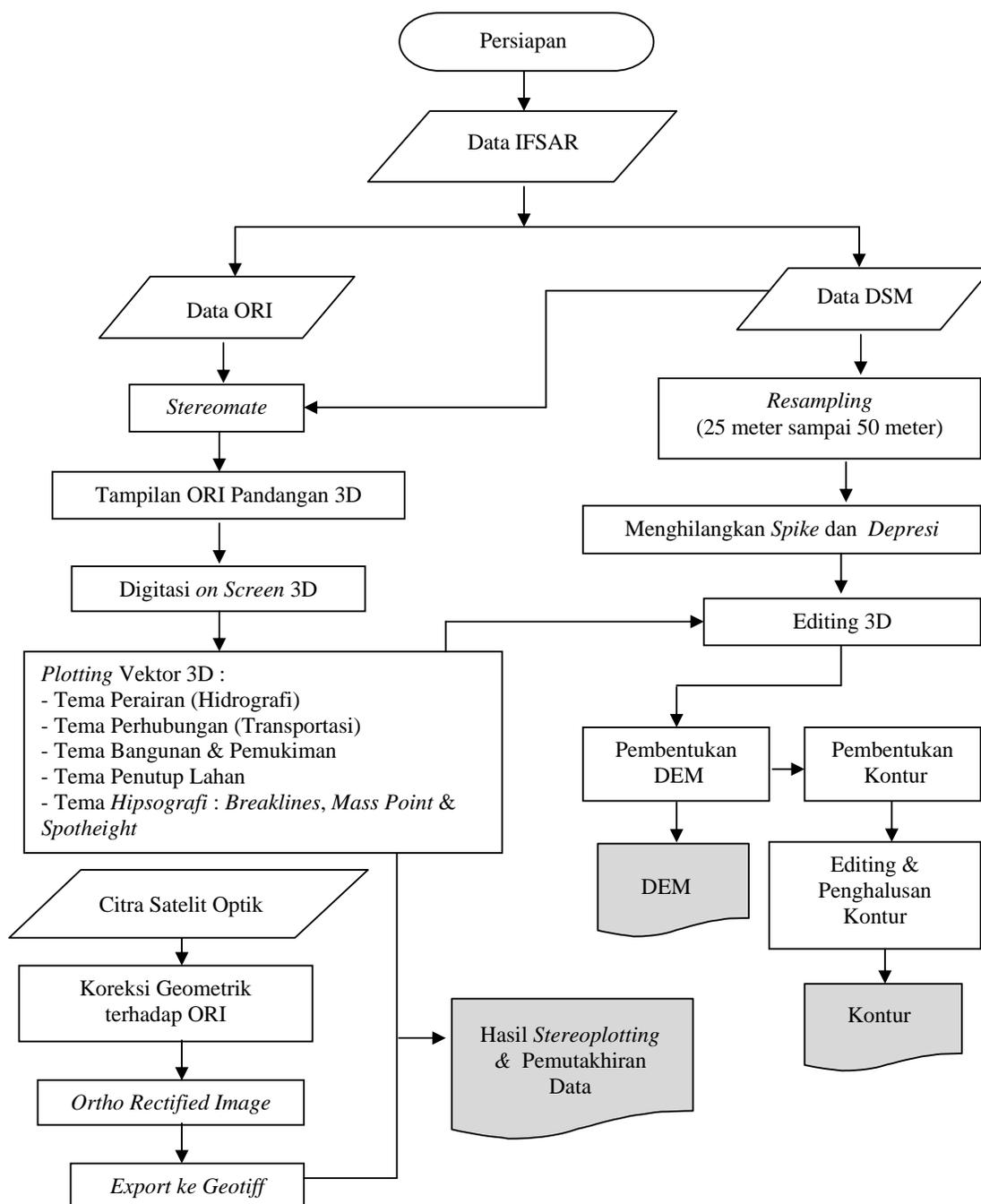
Gambar 1. Lokasi Daerah Studi di Kabupaten Luwu Utara

2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan pelaksanaan *stereoplotting* dan pembentukan DEM serta pembentukan kontur untuk membuat peta RBI Skala 1:25.000 dengan sumber data IFSAR dapat dilihat pada diagram alir Gambar 2. Keluaran dari proses *stereoplotting* yaitu data digital rupabumi berupa kumpulan informasi spasial 3 dimensi (x,y,z). Data tersebut sudah dalam format *AutoCad release 2000* dan format *dxf AutoCAD release 12*, sedangkan keluaran DEM berformat BIL 32 bit.

Banyak literatur yang menganggap DTM dan DEM memiliki pengertian yang sama. Akan tetapi menurut [3] dijelaskan bahwa DEM meliputi data-data ketinggian unsur-unsur bangunan (bagian paling atasnya), pepohonan/vegetasi (pucuk atau bagian atasnya), beserta objek-objek lainnya yang menonjol dari permukaan bumi dan dikenali oleh (sensor) pengamat. Adapun DTM hanya memperhitungkan ketinggian permukaan bumi (bagian bawah/alas permukaan bumi yang menonjol). Oleh karena itu, model-model ketinggian yang diperoleh dari hasil pengukuran terestris akan menghasilkan DTM, sedangkan model-model ketinggian yang diekstrak dari sensor-sensor satelit akan menghasilkan DEM.

Bentuk model permukaan DTM bergantung pada distribusi/kerapatan titik-titik data yang digunakan. Titik-titik data bisa berupa *spotheight* dan *mass point*. *Spotheight* merupakan titik tinggi pada puncak gunung/bukit atau pada cekungan dan terletak pada permukaan tanah, sedangkan *mass point* adalah titik tinggi pada permukaan tanah (yang bukan *spotheight*). Berdasarkan [4], pola distribusi titik-titik data dikelompokkan menjadi 2, yaitu DTM *Irregular* (titik-titik data dipilih secara subjektif oleh pengamat berdasarkan objek/unsur didalam pandangannya) dan DTM *Regular* (titik-titik data dipilih berdasarkan pola atau keteraturan jarak teretentu). DTM *Irregular* dibagi lagi menjadi 2 jenis, yaitu DTM Acak dan DTM Kontur, sedangkan DTM *Regular* dibagi lagi menjadi 4 jenis, yaitu DTM Grid, DTM *Rectangular*, DTM Triangular, dan DTM Profil. Pada penelitian ini, titik-titik data diambil dengan cara DTM Acak.



Gambar 2. Diagram alir Stereoplotting, pembentukan DEM, dan Kontur untuk membuat Peta RBI Skala 1:25.000 sumber data IFSAR

2.2.1 Persiapan

Pada tahap persiapan ini, pekerjaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- perencanaan pekerjaan,
- persiapan peralatan *software* dan *hardware* yang digunakan sebagai berikut:

- *softcopy radargrammetry*,
- *mouse track (mouse 3D)*, *Nu-Vision 3D Glasses*, *interface box*, *stereo graphics sensor*,
- sebuah *Personal Computer* dan dua buah monitor *22 inch* yang dihubungkan secara paralel.
- pengumpulan data meliputi:
 - *Digital Surface Model (DSM)* dalam format *GeoTiff*,
 - *Orthorectified Radar Image (ORI)* dalam format *GeoTiff*,
 - Citra Satelit ALOS Avnir-2 dan ALOS Prism
 - Peta digital RBI Skala 1:50.000 NLP : 2113-11.
- membuat indeks peta ORI yang berguna untuk pelaksanaan digitasi stereo dan kontrol kualitas,
- pembuatan *stereomate*.

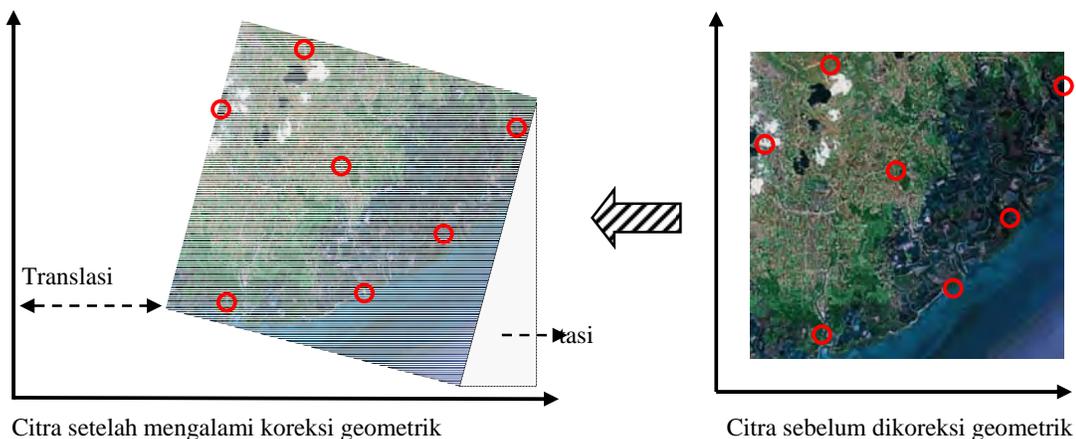
2.2.2 Stereoplotting

Stereomate kompilasi data citra adalah pekerjaan kompilasi dari data citra, yaitu dari data citra radar yang dibentuk menjadi model stereo. Data citra radar yang dimaksud, yaitu data ORI dan data DSM. Proses *stereoplotting* adalah proses digitasi unsur alam dan unsur buatan yang dilakukan pada model stereo dengan urutan pengerjaan sebagai berikut:

- a. perairan,
- b. *breaklines*,
- c. *masspoint* dan *spotheight*,
- d. jaringan transportasi,
- e. bangunan dan permukiman,
- f. tutupan lahan.

2.2.3 Pemutakhiran Hasil Stereoplotting dengan Citra Satelit Optik

Pada data ORI unsur transportasi, bangunan dan permukiman, serta vegetasi (penutup lahan) sulit diinterpretasi, sehingga hasil *stereoplotting* tidak sempurna. Oleh sebab itu unsur-unsur tersebut harus dimutakhirkan dengan data yang lain, yaitu citra satelit optik. Pada penelitian ini citra yang digunakan adalah *pansharpened* citra ALOS Avnir-2 dan citra ALOS Prism. ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) merupakan sistem satelit sumber daya milik Jepang, yang diluncurkan pada 26 Januari 2006 oleh *Japan Aerospace Exploration Agency*, atau JAXA). Sistem ALOS terdiri dari tiga modul sensor, yaitu PRISM (*Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping*) beresolusi spasial 2,5 meter; AVNIR-2 (*Advanced Visible and Near-InfraRed Type-2*) beresolusi spasial 10 meter; dan PALSAR (*Phased Array Type-L Synthetic Aperture Radar*) beresolusi spasial berkisar antara 10-100 meter. Sebelum proses *pansharp* dilaksanakan pada citra ALOS Prism harus dilakukan proses koreksi geometrik yang mengacu pada data ORI. Ilustrasi konsep koreksi geometrik dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.

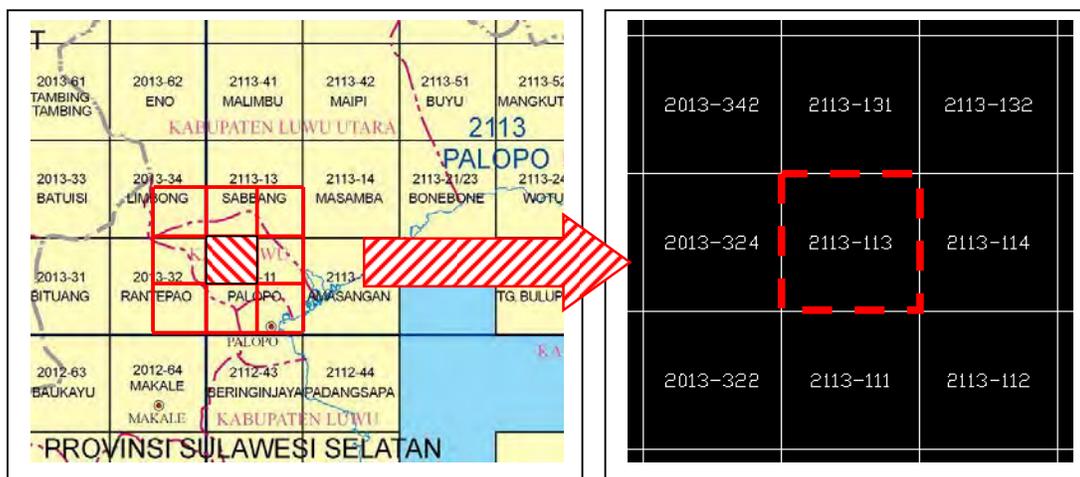


Gambar 3. Ilustrasi Proses Koreksi Geometrik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian ini dihasilkan beberapa produk, yaitu indeks peta RBI skala 1:25.000 yang diturunkan dari indeks peta RBI 1 : 50.000, model *stereomate*, citra ALOS *pansharpened*, hasil *stereoplotting* (perairan, *breaklines*, *masspoint* dan *spotheight*, jaringan transportasi, bangunan dan permukiman, tutupan lahan) dalam format digital Cad (*.dwg) 2004 dalam sistem koordinat UTM dan sistem koordinat geografis yang sudah dimutakhirkan, DEM format Bill 32 bit, dan kontur.

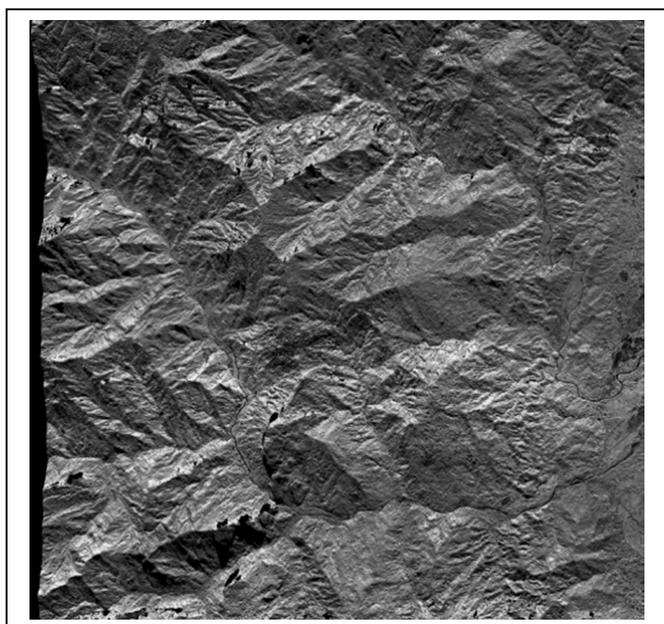
1). Indeks Peta RBI 1 : 25.000 sebagai kerangka untuk meletakkan ORI



Batas koordinat area penelitian adalah $120^{\circ} 00' 00''$; $2^{\circ} 52' 30''$ LS - $120^{\circ} 07' 30''$; $2^{\circ} 45' 00''$ LS

Gambar 4. Indeks Peta RBI Skala 1:25.000

2). ORI yang sudah *stereomate*

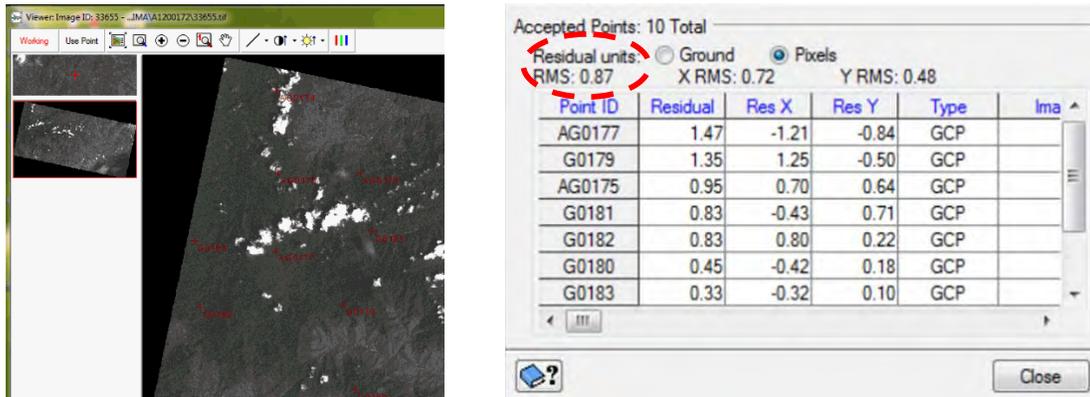


Gambar 5. Citra ORI yang sudah diproses menjadi *stereomate*

Citra ORI *stereomate* ini dapat ditampilkan dengan menggunakan *softcopy Radargrametry Summit Evolution Professional* versi 5.2. Pengamatan terain Citra ORRI Mate dapat dilakukan dengan menggunakan *Nu-Vision 3D Glasses*.

Dari hasil pengamatan terlihat dengan jelas relief 3 dimensi/3D. Unsur punggung bukit/gunung, alur lembah, sungai, dan sebagian jalan dapat teramati. Akan tetapi untuk unsur permukiman dan tutupan lahan tidak dapat teramati dengan baik. Selain itu awan tidak nampak, sehingga memudahkan saat melakukan *stereoplotting*.

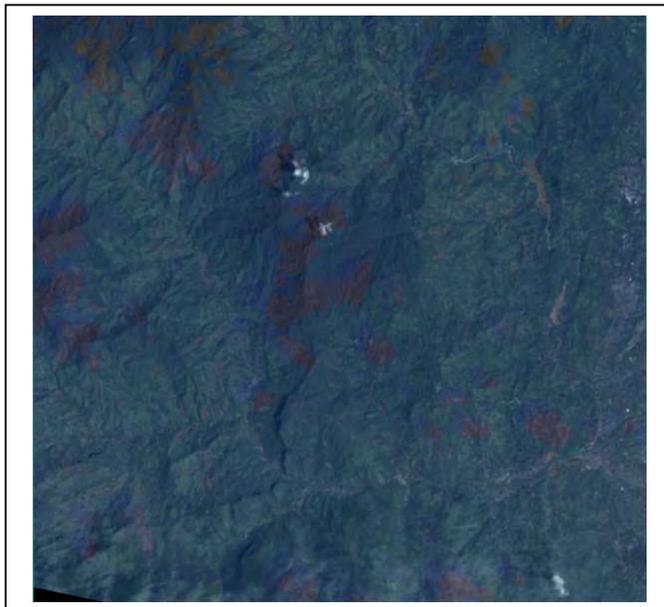
3). Koreksi Geometrik ALOS Prism



Gambar 6. Koreksi Geometrik ALOS Prism

Sebelum dilakukan *pansharp* pada citra ALOS terlebih dahulu dilakukan koreksi geometrik yang mengacu pada ORI. Dalam penelitian ini, proses koreksi geometrik dilakukan dengan menggunakan 10 titik kontrol tanah dengan sebaran seperti pada Gambar 6 dan menghasilkan RMS 0,87 yang artinya posisi geometrik ORI dan ALOS Prism relatif sama/baik.

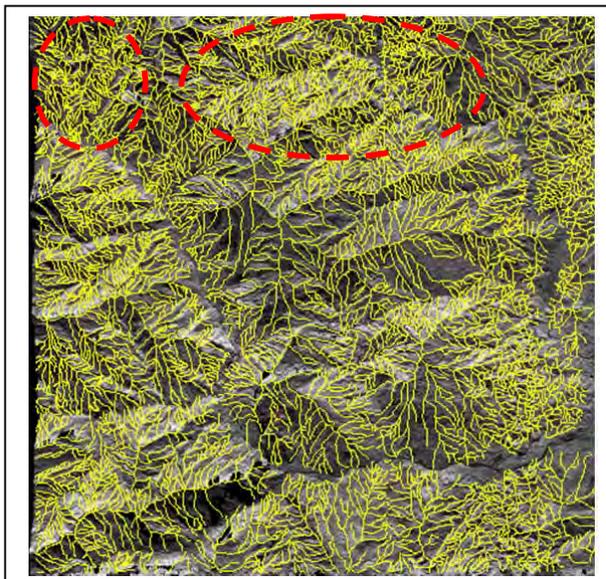
4). Citra ALOS Pansharpened



Gambar 7. Citra ALOS Pansharpened

Citra ALOS pansharpened color resolusi 2,5 m dihasilkan dari citra ALOS Prism black white resolusi 2,5 m dan citra ALOS Avnir color resolusi 10 m. Dari hasil pengamatan terlihat dengan jelas relief 3 dimensi (3D). Unsur permukiman, jalan dan tutupan lahan yang tidak dapat teramati dengan baik pada ORI dapat disempurnakan dengan memakai citra ALOS pansharpened. Akan tetapi, pada akhirnya harus dilakukan validasi ke lapangan dengan survei toponimi.

5. Hasil stereoplotting *Breaklines* dari ORI Mate

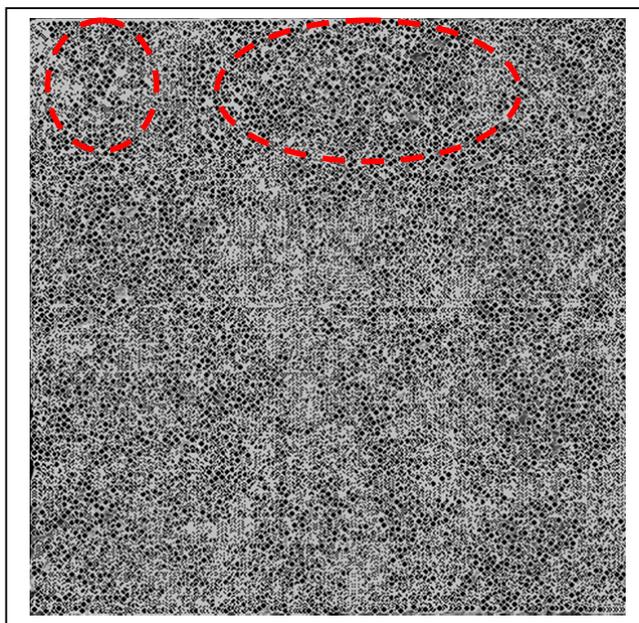


Gambar 8 *Breaklines overlay* dengan ORI Mate

Breaklines pada ORI Mate dilakukan pada punggung bukit/gunung. *Breaklines* pada bagian kiri atas nampak lebih banyak dibandingkan dengan bagian bawah. Keadaan itu menunjukkan bahwa pada bagian atas bukit atau gunung lebih terjal dibandingkan bagian bawah.

Breaklines ini digunakan sebagai salah satu data untuk proses pembuatan DEM dan kontur. Semakin lengkapnya hasil *stereoplotting breaklines*, maka DEM dan kontur yang terbentuk akan semakin halus.

6. Hasil stereoplotting *Mass Point & Pick Point* dari ORI Mate

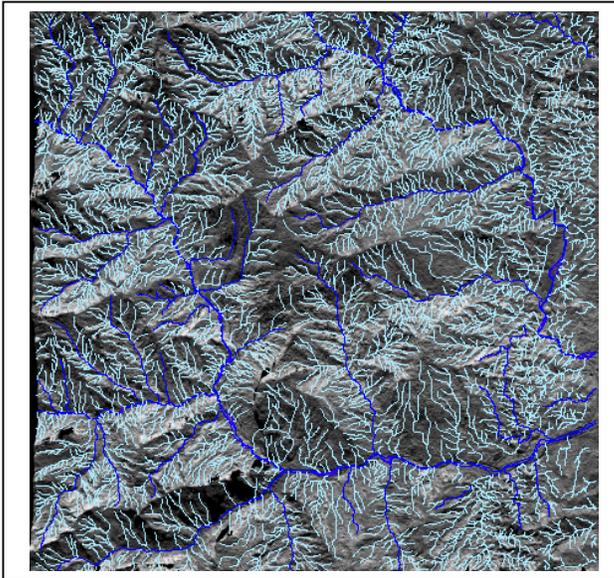


Gambar 9 Hasil stereoplotting *Mass Point & Spotheight* dari data ORI Mate

Pada Gambar 9 tampak kumpulan titik-titik yang sangat rapat yang tiada lain adalah kumpulan *mass point & spotheight*. *Spotheight* adalah titik tinggi pada puncak gunung/bukit atau pada cekungan dan terletak pada permukaan tanah. Sedangkan *mass point* adalah titik tinggi pada permukaan tanah (yang bukan *spotheight*) dengan distribusi dan kerapatan tertentu.

Semakin rapat kumpulan *mass point & spotheight* disuatu area, maka menunjukan area tersebut semakin terjal. *Mass point & spotheight* ini digunakan sebagai data untuk proses pembuatan DEM dan kontur. Semakin lengkapnya hasil *stereoplotting mass point & spotheight*, maka DEM dan kontur yang terbentuk akan semakin halus.

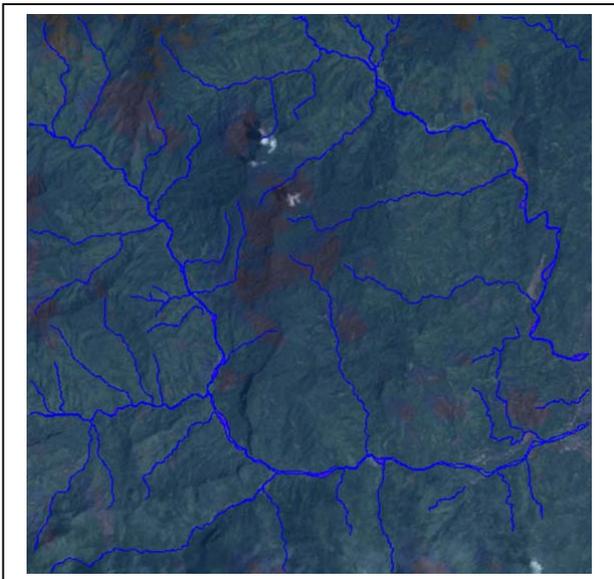
7. Hasil *stereoplotting* Sungai dari ORI Mate



Gambar 10. Sungai *overlay* dengan ORI Mate

Pada ORI Mate alur-alur sungai dapat diamati dengan jelas. Pada lokasi penelitian tampak begitu banyak alur sungai kecil yang bermuara pada dua alur sungai besar. Pada gambar dapat terlihat arah aliran sungai dari bagian atas ke bawah. Arah aliran tersebut sesuai dengan keadaan gambar *breaklines*, *mass point*, dan *spotheight*.

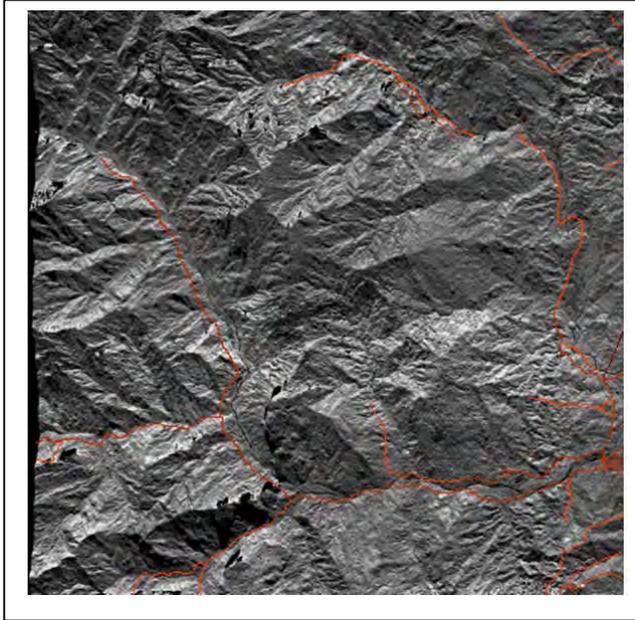
8. Hasil *stereoplotting* Sungai dari *Pansharpened* (pemutakhiran)



Gambar 11. Sungai *overlay* dengan ALOS *Pansharpened*

Alur-alur sungai yang besar diklasifikasi menjadi dua, yaitu sungai satu garis dan sungai dua garis. Untuk memroses alur sungai menjadi dua klasifikasi, maka dilakukan pada ALOS *Pansharpened*. Alasannya karena ORI Mate yang digunakan waktu liputannya lebih tua dari ALOS *Pansharpened*. Selain itu, alur sungai dua garis lebih jelas terlihat pada ALOS *Pansharpened*.

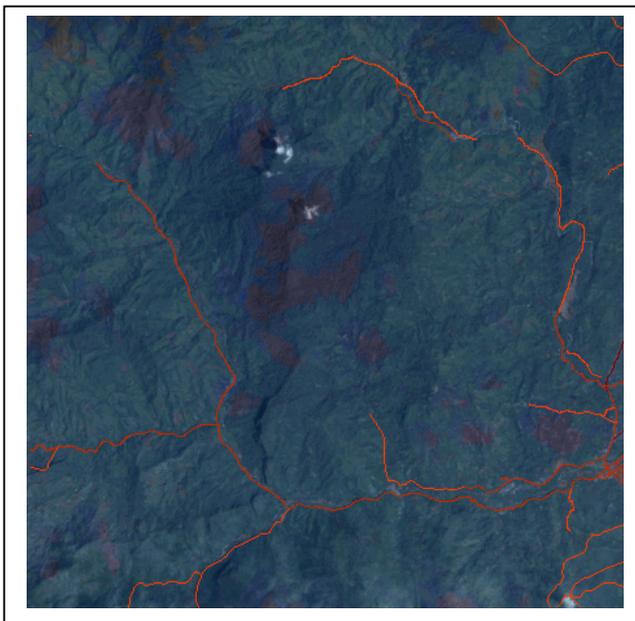
9. Hasil *stereoplotting* Jalan dari ORI Mate



Unsur jalan pada citra ORI *Mate* cukup jelas dan dapat dibedakan dengan unsur sungai. Hanya untuk lebih tepatnya, saat *plotting* unsur jalan harus memperhatikan unsur tutupan lahan, yaitu permukiman.

Gambar 12. Jalan *overlay* dengan ORI *Mate*

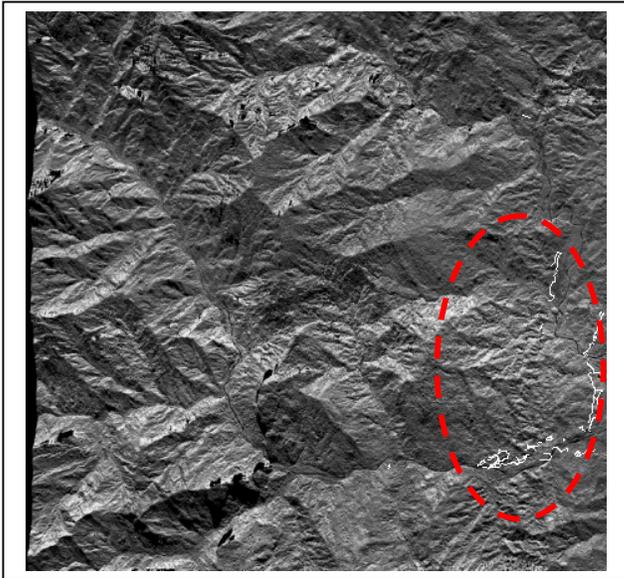
10. Hasil *stereoplotting* Jalan dari ALOS Pansharpened (pemutakhiran)



Pada area permukiman, unsur jalan yang diploting di ORI kurang jelas. Akan tetapi pada citra *ALOS Pansharpened* unsur jalan nampak lebih jelas.

Gambar 13. Jalan *overlay* dengan ALOS Pansharpened

11. Hasil *stereoplotting* Tutupan Lahan dari ORI Mate

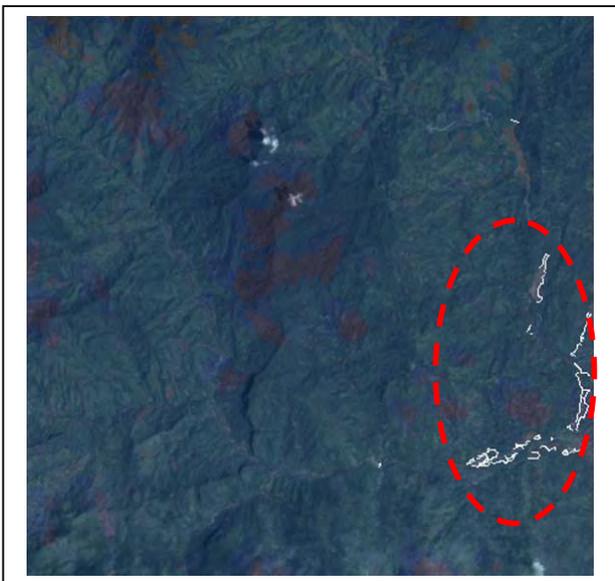


Pada ORI Mate unsur tutupan lahan sulit diamati. Untuk melengkapinya, maka hasil plotting tutupan lahan perlu dimutakhirkan dengan citra ALOS Pansharpened.

Area yang ditandai dengan elips putus-putus menunjukkan tutupan lahan yang teramati pada ORI. Pada area elip putus-putus tersebut tutupan lahan perlu dimutakhirkan dengan menggunakan citra ALOS Pansharpened.

Gambar 14. Tutupan Lahan *overlay* dengan ORI Mate

12. Hasil *stereoplotting* Tutupan Lahan dari ALOS Pansharpened

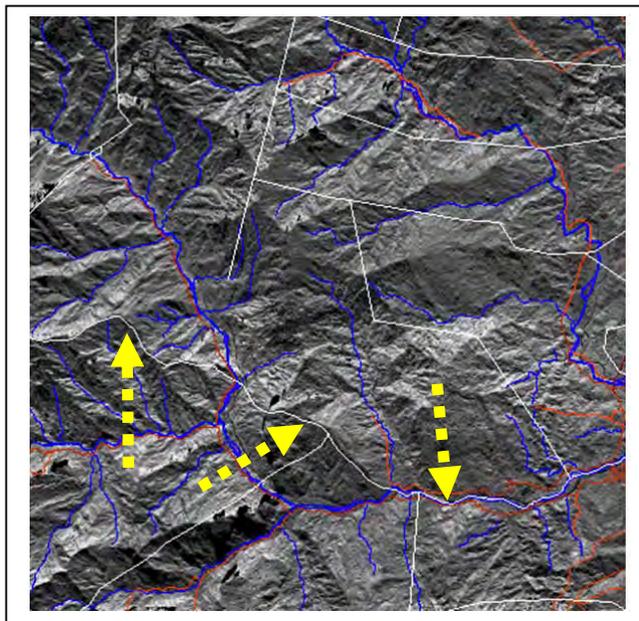


Unsur tutupan lahan pada ALOS Pansharpened memang lebih jelas dari ORI. Akan tetapi jenis tutupan lahan setiap area tetap belum bisa ditentukan atau diamati. Oleh karena itu, untuk validasi tutupan lahan perlu dilakukan survey toponimi kelapangan.

Pada area lokasi penelitian, tutupan lahan permukiman areanya kecil dan terletak disekitar pertemuan dua alur sungai besar. Area permukiman yang kecil tersebut dimungkinkan karena area lokasi penelitian berupa relief perbukitan yang cukup terjal.

Gambar 15. Lahan *overlay* dengan ALOS Pansharpened

13. Hasil *stereoplotting* Batas Administrasi dari ORI Mate

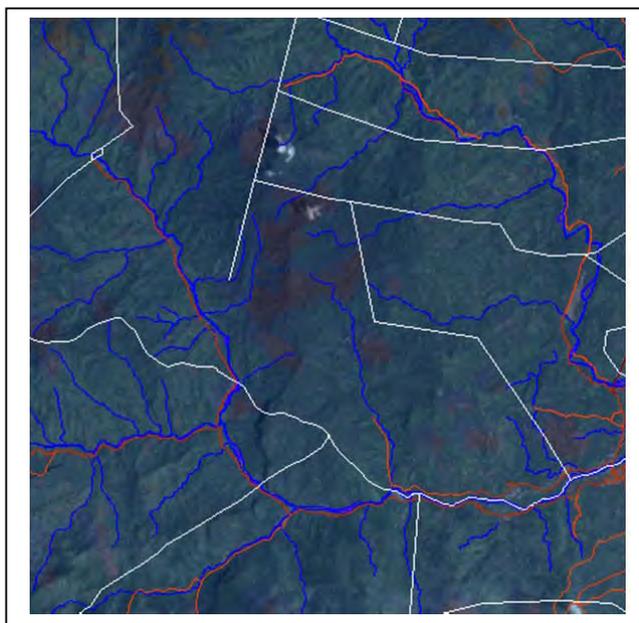


Dari citra ORI Mate dan Citra ALOS pansharpened tidak bisa diidentifikasi batas administrasi. Oleh sebab itu, untuk sementara batas administrasi kabupaten, kota, dan kecamatan, dikutip dari Peta RBI skala 1 : 50.000.

Dari hasil *overlay* antara ORI dan batas administrasi juga dipandu dengan layer jalan dan sungai, maka nampak bahwa batas administrasi tidak sesuai dengan unsur alam dan buatan. Namun ada satu garis batas administrasi yang mendekati sesuai, yakni memotong bukit/gunung dan menyusuri lembah (tanda panah putus-putus).

Gambar 16. Batas Administrasi *overlay* dengan sungai, jalan, dan ORI

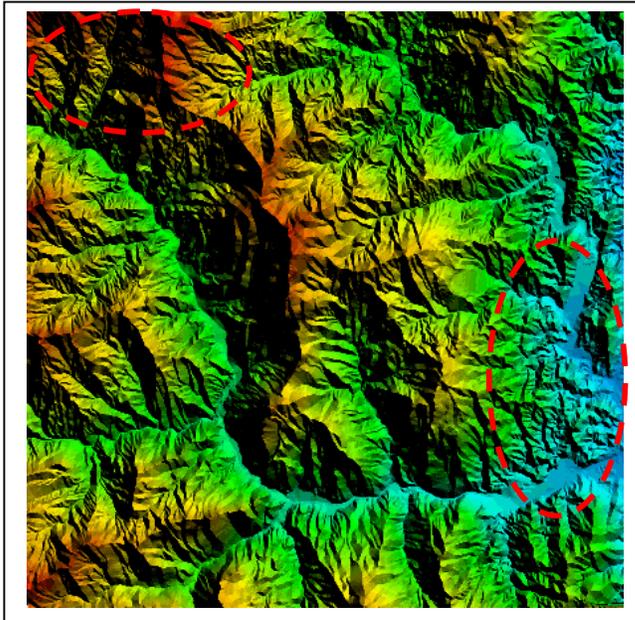
14. Hasil *stereoplotting* Batas Administrasi dari ALOS Pansharpened



Hasil *overlay* batas administrasi dengan ALOS Pansarpened juga dipandu oleh *layer* sungai dan *layer* jalan menunjukan bahwa batas administrasi tidak sesuai dengan unsur alam dan buatan.

Gambar 17. Batas Administrasi *overlay* dengan sungai, jalan, dan ALOS Pansharpened

15. Hasil Pembentukan DEM dari *Mass Point* , *Spotheight*, *Breaklines*, Sungai.



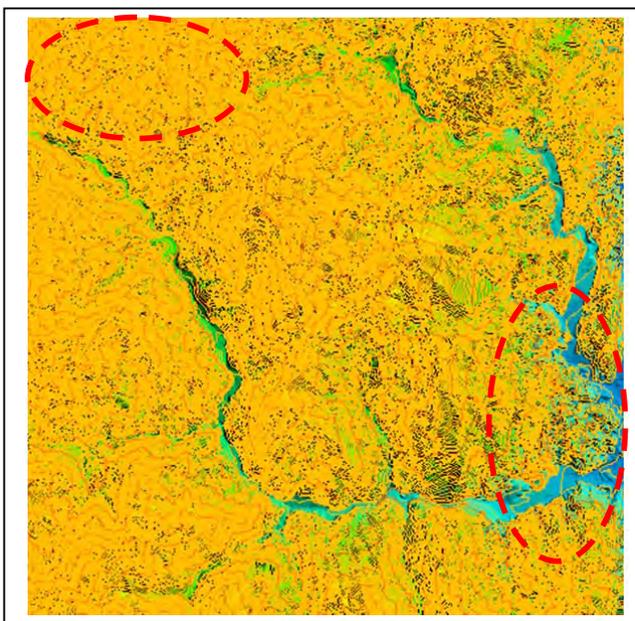
Dari gambar nampak bahwa DEM yang dibentuk dari kombinasi *breaklines*, *mass point*, *spotheight*, dan alur sungai terlihat sangat halus. Bentuk DEM ini akan berubah bila salah satu unsur tersebut berubah atau mengalami revisi.

Pada gambar DEM bagian kiri atas nampak lebih curam, dan keadaan itu sesuai dengan hasil plotting *breaklines*, *mass point*, *spotheight* yang lebih rapat.

Selain itu, nampak pula alur sungai yang bagian atas cukup sempit dan bagian kanan bawah sangat lebar.

Gambar 18. Digital Elevation Model (DEM)

16. Hasil Pembentukan Kontur dari *Mass Point* , *Spotheight*, *Breaklines*, Sungai



Untuk melihat bentuk kontur, maka akan lebih jelas saat di-*overlay* dengan DEM. Pada gambar kontur, nampak bagian kiri atas lebih rapat dan sesuai dengan bentuk DEM yang terlihat lebih curam.

Blok kontur terbagi oleh dua celah yang tiada lain merupakan dua alur sungai besar yang bersatu diarea bagian kiri bawah gambar.

Bentuk kontur ini bisa sedikit berubah bila unsur *breaklines*, *mass point*, *spotheight*, dan alur sungai mengalami perubahan atau revisi.

Gambar 19. Kontur overlay (validasi) dengan DEM

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil *stereoplotting breaklines, mass point*, dan *spotheight* dari data IFSAR (ORI dan DSM) tidak perlu dimutakhirkan sebab kondisi *terrain* sudah cukup jelas. *Breaklines, mass point*, dan *spotheight* digunakan sebagai data untuk membentuk DEM dan kontur, sehingga distribusi dan penempatan *plotting* pada *terrain* sangat berpengaruh terhadap bentuk DEM dan kontur. Sebagai acuan untuk DEM yang dibentuk untuk Peta RBI skala 25.000 mempunyai ukuran *cell* 12,5 meter dan kontur yang dihasilkan mempunyai interval 12,5 meter.

Pada data IFSAR unsur transportasi (jalan), perairan (sungai), permukiman, dan tutupan lahan kurang jelas. Oleh sebab itu, hasil *stereoplotting* unsur-unsur tersebut harus dimutakhirkan dengan menggunakan citra satelit resolusi tinggi, seperti ALOS Pansharpened. Hasil pemutakhiran tutupan lahan belum bisa membedakan sawah, kebun, tegalan, hutan, belukar, tanah, kosong, padang rumput, dan hutan bakau. Begitu pula hasil pemutakhiran unsur transportasi belum bisa melakukan klasifikasi jalan. Oleh sebab itu, dari hasil pemutakhiran harus divalidasi dengan mengadakan survei toponimi ke lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] -----, (2003). “Spesifikasi Pemetaan Rupabumi”, Keputusan Kepala Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional Nomor: HK.00.04/41-KA/XII/2003 tentang Spesifikasi Pemetaan Rupabumi. <<http://www.bakosurtanal.go.id>>
- [2] Darma, P., (2010). *Pengolahan Citra Digital*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [3] InfoTerra., (2005). “*Digital Elevation Models*”. <<http://www.infoterra-global.com/elevation.htm>>
- [4] Prahasta, E., (2008). *Model Permukaan Digital*, Informatika, Bandung.