

**ANALISIS PENGARUH TUTUPAN LAHAN TERHADAP KETELITIAN ASTER GDEM V2  
DAN DEM SRTM V4.1  
(STUDI KASUS: KOTA BATU, KABUPATEN MALANG, JAWA TIMUR)**

**Asadul Usud, Bangun Muljo Sukojo**

Jurusan Teknik Geomatika FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

E-mail: bangunms@gmail.com

**Abstrak**

Data DEM (Digital Elevation Model) merupakan bentuk penyajian ketinggian permukaan bumi secara digital. DEM merupakan data yang banyak digunakan untuk data awal perencanaan regional, kota, pemetaan mitigasi bencana, dengan skala menengah dan kecil. Data DEM yang mudah didapat dan tanpa berbayar yaitu ASTER GDEM V2 dan DEM SRTM V4.1.

Pada penelitian terdahulu [6][10], disimpulkan bahwa ASTER GDEM V2 kurang teliti dibandingkan DEM SRTM V4.1 pada tutupan lahan berupa vegetasi. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan hipotesa bahwa secara keseluruhan DEM SRTM V4.1 lebih teliti dibandingkan ASTER GDEM V2. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil 20 titik sample pada 7 jenis tutupan lahan, yaitu hutan, lading/tegalan, perkebunan, semak/belukar, sawah, pemukiman, dan lahan kosong. Tutupan lahan diperoleh dari overlay tutupan lahan peta RBI dengan tutupan lahan hasil klasifikasi citra landsat 8. Sample tersebut berupa titik tinggi peta RBI dan data dari kontur RBI. Ketelitian ASTER GDEM V2 dan DEM SRTM V4.1 dihitung menggunakan RMSE dari selisih titik sample dari kedua DEM tersebut dengan data peta RBI sebagai referensi. Semakin kecil nilai RMSE, maka semakin teliti data DEM tersebut.

Hasil dari penelitian ini yaitu ASTER GDEM V2 kurang teliti pada tutupan lahan vegetasi, tetapi lebih teliti pada tutupan lahan bukan vegetasi (pemukiman dan lahan kosong) dibandingkan dengan DEM SRTM V4.1. Nilai RMSE total DEM SRTM V4.1 (11,60 m) lebih kecil dari nilai RMSE total ASTER GDEM V2 (13, 41 m). Sehingga dapat disimpulkan bahwa DEM SRTM V4.1 lebih teliti dibandingkan ASTER GDEM V2.

Kata Kunci : Digital Elevation Model (*DEM*), *DEM SRTM*, *ASTER GDEM*, Tutupan Lahan, Ketelitian *DEM*.

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

*Digital Elevation Model (DEM)* merupakan salah satu model untuk menggambarkan bentuk topografi permukaan bumi sehingga dapat divisualisasikan kedalam tampilan 3D (tiga dimensi). Ada banyak cara untuk memperoleh data *DEM*, interferometri *SAR (Synthetic Aperture Radar)* merupakan salah satu algoritma untuk membuat data *DEM*. Data citra *SAR* atau citra radar yang digunakan dalam proses *interferometri* dapat diperoleh dari wahana satelit atau pesawat. (Indarto dan Faisal A., 2009)

Dalam penelitian ini, peneliti membandingkan ketelitian *ASTER GDEM* Versi 2, dan *DEM SRTM* Versi 4.1 di Kota Batu, Kabupaten Malang berdasarkan jenis tutupan lahannya dan *DEM* Peta Rupabumi Indonesia (RBI) sebagai referensinya. *DEM* Peta RBI dibuat berdasarkan

data kontur dan titik tinggi Peta RBI. Peneliti menggunakan data *ASTER GDEM* dan *DEM SRTM* karena data tersebut mudah didapat tanpa berbayar dan memilih ketelitian yang cukup bagus. Tutupan lahan yang digunakan yaitu hasil pertampalan (*overlay*) antara digitasi tutupan lahan dari peta RBI dan hasil klasifikasi dari citra Landsat 8. Titik *sample* yang digunakan yaitu *spotheight* peta RBI. Daerah studi penelitian ini adalah Kota Batu, Kabupaten Malang, Jawa Timur, dikarenakan Kota Batu memiliki luas yang tidak terlalu besar, namun memiliki topografi yang beragam, sehingga memiliki ketinggian yang beragam dan perubahan ketinggiannya sangat signifikan. Selain itu, Kota Batu juga memiliki tutupan lahan yang beragam.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya Indarto dan Faisal A., 2009, Kustiyo et al., 2005, Sriharan, S. et al., 2004 adalah

daerah studi, yaitu Kota Batu, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Dari penelitian sebelumnya diperoleh hasil yaitu di beberapa daerah ASTER GDEM2 lebih teliti dan di daerah lainnya DEMSRTM lebih teliti. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah untuk membuktikan hipotesa bahwa DEMSRTM lebih teliti dibandingkan dengan ASTER GDEM2.

### Tujuan Penelitian

- Pembuatan Peta Tutupan Lahan dengan klasifikasi citra Landsat 8.
- Membandingkan perbedaan ketinggian ASTER GDEM2 dan DEM SRTM dengan *spotheight* dan kontur Peta RBI sebagai referensi.
- Menganalisa perbedaan dan hubungan ketinggian berdasarkan tutupan lahannya.
- Membuktikan DEM SRTM lebih teliti dibandingkan ASTER GDEM2 secara keseluruhan.

### Manfaat Penelitian

Sebagai bahan evaluasi untuk koreksi DEM SRTM dan ASTER GDEM2 untuk tiap tutupan lahannya.

### METODOLOGI PENELITIAN

Kota Batu, Kabupaten Malang terletak pada koordinat  $7^{\circ} 44' 55,11''$  sampai  $8^{\circ}26'35,45''$  Lintang Selatan dan  $122^{\circ} 17' 10,90''$  sampai  $122^{\circ} 57' 00,00''$  Bujur Timur..

### Bahan dan Peralatan

#### Bahan

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Peta RBI Kota Batu skala 1:25.0000 tahun 2000, ASTER GDEM Versi 2, DEM SRTM Versi 4.1, dan Citra Landsat 8.

#### Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini perangkat lunak pengolah citra, aplikasi pengolah angka, perangkat lunak GIS untuk pembuatan DEM peta RBI dan proses *overlay*DEM.

### TAHAPAN KEGIATAN PENELITIAN

#### 1. Identifikasi Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana menganalisa pengaruh tutupan lahan terhadap perbedaan tinggi ASTER

GDEM2, dan DEM SRTM V4.1 terhadap DEM Peta RBI di Kota Batu, Kabupaten Malang, Jawa Timur.

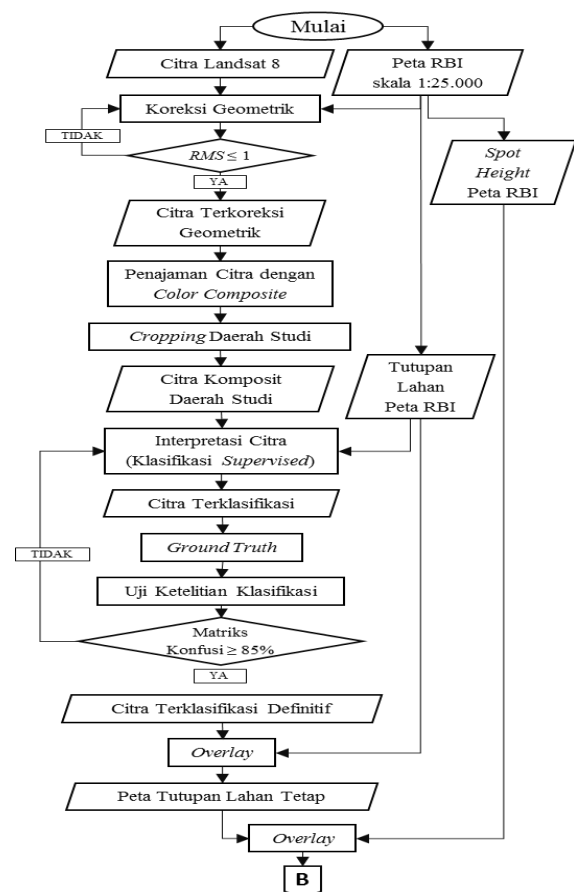
#### 2. Tahap Persiapan

Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan pemodelan DEM, tutupan lahan, klasifikasi citra Landsat 8, DEM dan literatur lain yang mendukung baik dari buku, jurnal, majalah, internet dan lain sebagainya.

#### 3. Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data yaitu berupa data Spasial berupa ASTER GDEM2 dan DEM SRTM V4.1, Citra Landsat 8, Peta RBI skala 1:25.000 serta data lapangan *GPSHandheld* tahun 2014.

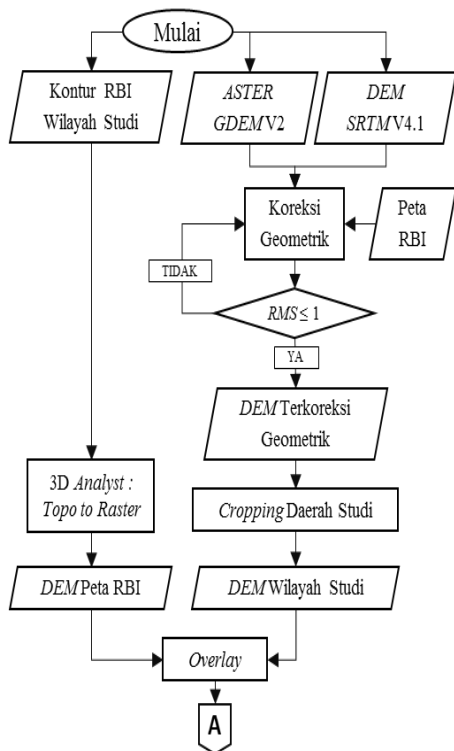
#### 4. Tahap Pengolahan Data



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Citra Landsat 8 dan *SpotHeight* RBI

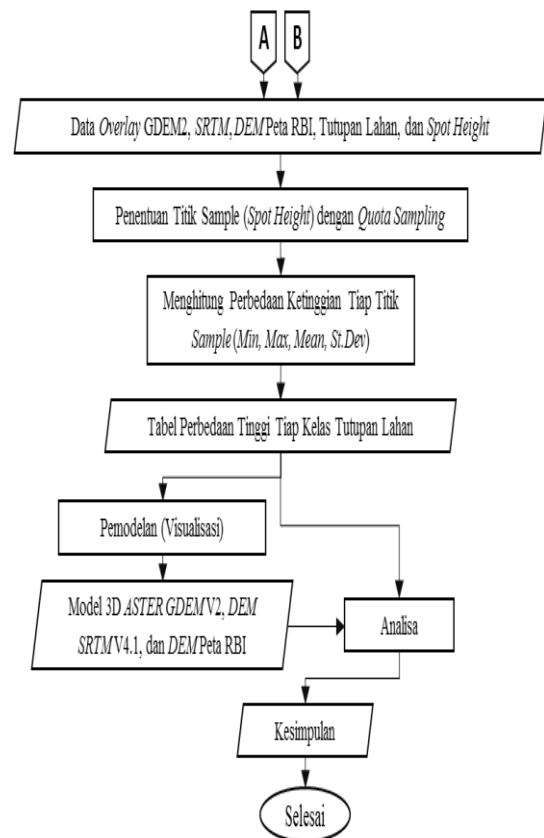
Penjelasan gambar 2, lakukan koreksi geometrik pada citra Landsat 8 dengan *GCP* dari peta RBI dan nilai *RMSoverlay* harus  $\leq 1$ . Pada penelitian ini, nilai *RMSoverlay* yaitu 0.531698. Sedangkan

untuk nilai *SOF* yaitu 0.1985. Tajamkan citra dengan metode *color composite* agar lebih mudah melakukan interpretasi. Komposisi band yang digunakan yaitu band 4,3,1. *Cropping* citra menggunakan batas administrasi peta RBI. Lakukan klasifikasi terbimbing (*supervised*) dengan metode *maximum likelihood* dan lakukan *post processing* dengan metode *majority*. Kemudian lakukan uji klasifikasi dengan referensi data marking *GPS Navigasi* hasil *groundtruth*. Nilai matriks konfusi harus  $\geq 85\%$ . Pada penelitian ini, nilai matriks konfusi yaitu 90.0771%. *Overlay* data hasil klasifikasi citra Landsat 8 dengan tutupan lahan peta RBI untuk mendapatkan tutupan lahan tetap (tutupan lahan yang tidak berubah).



**Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Data DEM dan Kontur RBI**

Penjelasan gambar 3, Lakukan koreksi geometrik pada data *ASTER GDEM V2* dan *DEM SRTM V4.1* dengan *GCP* dari peta RBI dan nilai *RMSoverlay* harus  $\leq 1$ . *Cropping* daerah studi menggunakan batas administrasi Kota Batu dari peta RBI. Buat *DEM* peta RBI menggunakan data kontur RBI dengan aplikasi *GIS* yaitu *3D Analyst Tools*  $\rightarrow$  *Raster Interpolation*  $\rightarrow$  *Topo to Raster*.



**Gambar 4. Diagram Alir Pengolahan Data Tahap Akhir**

Penjelasan gambar 4, *Overlay* semua data *DEM*, tutupan lahan, dan titik tinggi peta RBI. Tentukan titik *sample* yaitu titik tinggi peta RBI, sedangkan apabila pada tutupan lahan tertentu tidak terdapat titik tinggi, maka data yang digunakan adalah *DEM* dari kontur peta RBI. Data ketinggian titik *sample* dari *ASTER GDEM*, *DEM SRTM*, dan peta RBI diproses menggunakan aplikasi pengolah angka untuk menghitung *RMSE* data *ASTER GDEM* dan *DEM SRTM* dengan data peta RBI sebagai referensi. Hasil perhitungan dianalisa berdasarkan tutupan lahan dan secara keseluruhan.

### 5. Tahap Analisa Data

Perbandingan ketinggian dari pengolahan *ASTER GDEM2*, dan *DEM SRTM* terhadap *DEM* Peta RBI untuk mendapatkan analisa perbedaan berdasarkan tutupan lahan dari Peta Tutupan Lahan daerah lokasi studi yang merupakan turunan dari citra Landsat 8 yang telah di-*overlay* dengan digitasi tutupan lahan Peta RBI.

## 6. Tahap Akhir

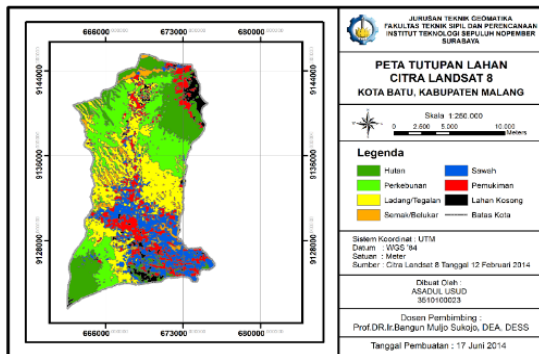
Penyusunan laporan merupakan tahap terakhir dari penelitian ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### 1. Peta Tutupan Lahan Citra Landsat 8

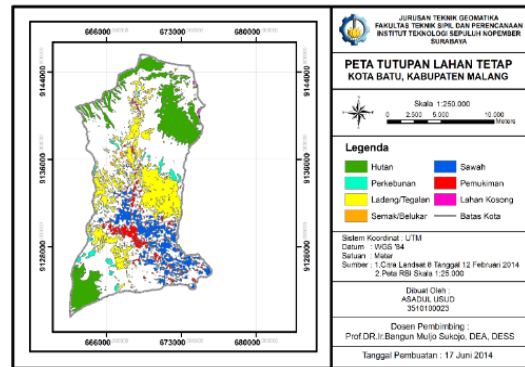
Peta tutupan lahan citra landsat 8 ini dibuat dari citra landsat 8 tanggal 12 february 2014. Koreksi geometrik citra dilakukan dengan *GCP (Ground Control Point)* dari Peta RBI skala 1:25.000. Nilai *RMSoverlay* koreksi geometrik citra tersebut yaitu 0.531698, sedangkan untuk nilai *SoF (Strength of Figure)* yaitu 0.1985. Metode klasifikasi yang digunakan adalah klasifikasi terbimbing (*supervise*) dan menggunakan band 4,3,1. Data *ground truth* digunakan untuk uji ketelitian klasifikasi citra tersebut. Hasil matriks konfusi menggunakan *ROI (Region Of Interest)* data *ground truth* yaitu 90.0771%.



Gambar 5. Peta tutupan lahan citra landsat 8

#### 2. Peta Tutupan Lahan Tetap (Overlay Tutupan Lahan Citra dengan Tutupan Lahan Peta RBI)

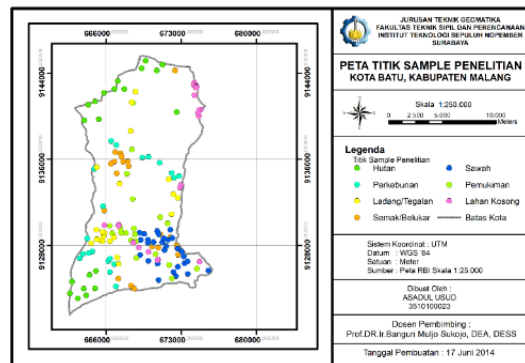
Peta tutupan lahan tetap merupakan peta yang menampilkan tutupan lahan yang tidak mengalami perubahan dari tutupan lahan peta RBI dan tutupan lahan citra landsat 8. Pembuatan peta ini menggunakan operasi *overlay* yaitu *intersect* (perpotongan) pada program *GIS*. Sumber data yaitu peta tutupan lahan landsat 8 dan tutupan lahan peta RBI skala 1:25.000.



Gambar 6. Peta tutupan lahan tetap (*overlay* tutupan lahan citra dengan tutupan lahan peta RBI)

#### 3. Peta Titik Sample Penelitian Tiap Tutupan Lahan

Peta titik *sample* penelitian ini dibuat berdasarkan titik *sample* dari tiap jenis tutupan lahan. Jumlah titik *sample* tiap tutupan lahan yaitu 20 titik. Titik tersebut dibuat dengan referensi titik tinggi dari peta RBI dan interpretasi peneliti.



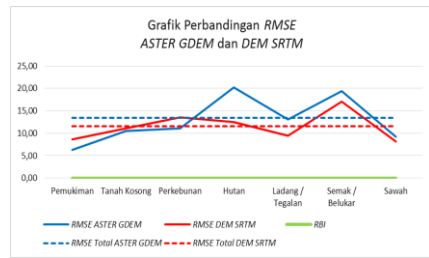
Gambar 7. Peta titik *sample* penelitian

#### 4. Tabel Selisih dengan Tinggi Titik Peta RBI

Tabel ini merupakan tabel hasil perhitungan selisih tinggi titik *sample* dari ASTER GDEM V2 dan DEM SRTM V4.1 dengan tinggi titik *sample* dari peta RBI.

Tabel 1. Selisih Tinggi Titik Sample dengan Peta RBI

No.	Tutupan Lahan	Selisih Tinggi Titik dengan Peta RBI (m)									
		ASTER GDEM V2					DEM SRTM V4.1				
		Min	Max	Mean	St.Dev	RMSE	Min	Max	Mean	St.Dev	RMSE
1	Hutan	-43,00	39,59	9,44	17,80	20,27	-18,00	29,59	3,24	12,08	12,53
2	Perkebunan	0,21	21,99	8,84	6,41	11,11	-3,37	25,80	10,19	8,66	13,58
3	Ladang / Tegalan	-22,00	37,29	5,43	11,78	13,03	-11,00	17,00	5,73	7,39	9,44
4	Semak / Belukar	-35,00	35,10	11,79	15,21	19,43	1,22	31,28	14,69	7,96	17,04
5	Sawah	-10,00	18,00	6,10	6,79	9,23	-5,00	17,00	5,90	5,54	8,21
6	Pemukiman	-6,72	11,00	4,33	4,37	6,24	0,00	16,64	10,73	3,82	8,60
7	Tanah Kosong	-9,20	24,74	6,10	8,44	10,51	-22,20	13,98	5,20	9,65	11,03
						Total =	11,07			7,87	11,60



**Grafik 1. Perbandingan RMSE ASTER GDEM dan DEM SRTM**

**5. Hasil Uji T Berpasangan**

Uji T dilakukan dua kali, pertama yaitu uji t antara data RBI dengan ASTER GDEM dan uji t kedua yaitu uji t antara RBI dengan DEM SRTM. Karena nilai  $t(\text{hitung})/t_{\text{Stat}}$  uji t 1 dan uji t 2 lebih kecil dari  $t(\text{tabel})/t_{\text{Critical}}$ , sehingga  $H_0$  (tidak terjadi perubahan antara kondisi 1 dan 2) diterima. Uji t berpasangan ini dilakukan dengan nilai  $\alpha(\text{level of significance})$  yaitu 0,05 (5%).

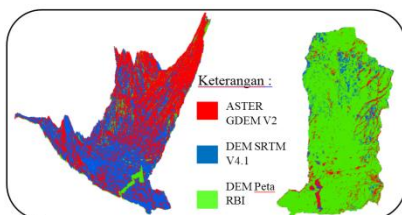
1. Hasil uji t berpasangan data RBI dengan ASTER GDEM

- *Pearson Correlation* = 0,9998
- *t Stat* = -7,8909
- *t Critical one-tail* = 1,6558
- *t Critical two-tail* = 1,9771

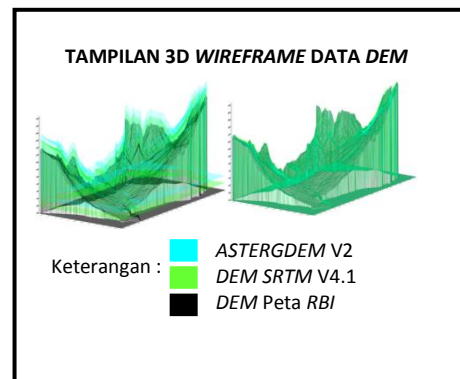
2. Hasil uji t berpasangan data RBI dengan DEM SRTM

- *Pearson Correlation* = 0,9999
- *t Stat* = -9,7109
- *t Critical one-tail* = 1,6558
- *t Critical two-tail* = 1,9771

Dari kedua hasil tersebut, nilai *t Stat* kedua hasil uji t lebih kecil dari nilai *t Critical*, sehingga  $H_0$  diterima. Pada hasil korelasi (*Pearson Correlation*), nilai korelasi keduanya lebih dari 0,95 (95%), dengan nilai korelasi RBI-DEM SRTM(0,9999) lebih besar daripada RBI-ASTER GDEM sehingga dapat disimpulkan bahwa DEM SRTM lebih mendekati RBI.



**Gambar 8. Tampilan 3D Data DEM dilihat dari atas (kiri) dan dari bawah (kanan)**



**Gambar 9. Tampilan 3D Wireframe Data DEM**

**PEMBAHASAN**

**1. Analisa Ketelitian ASTER GDEM V2, Dan DEM SRTM V4.1 Berdasarkan Tutupan Lahan**

Dari tabel 1 nilai RMSE dari ASTER GDEM dan DEM SRTM berbeda-beda pada tiap jenis tutupan lahan yang berbeda. RMSE terbesar yaitu pada tutupan lahan hutan, dengan nilai 20,27m pada ASTER GDEM dan 12,53m pada DEM SRTM. Nilai tersebut cukup besar dibandingkan dengan RMSE pada tutupan lahan lainnya. Berdasarkan penelitian terdahulu ketelitian ASTER GDEM lebih kecil untuk daerah dengan tutupan vegetasi. Hal tersebut dikarenakan sensor ASTER GDEM lebih sensitif pada tutupan lahan berupa vegetasi dibanding sensor DEM SRTM. Berdasarkan tabel 1 tersebut, nilai RMSE ASTER GDEM lebih besar 1-8 m dibandingkan dengan nilai RMSE DEM SRTM. Kesimpulan tersebut juga dapat dibuktikan pada tutupan lahan pemukiman dan tanah kosong. Pada tutupan lahan ini, nilai RMSE ASTER GDEM hampir sama dengan nilai RMSE DEM SRTM dengan selisih sekitar 1-2 m, dengan nilai RMSE ASTER GDEM lebih kecil dibandingkan dengan DEM SRTM. Hal ini juga membuktikan bahwa pada tutupan lahan bukan vegetasi (pemukiman dan tanah kosong) ASTER GDEM lebih teliti dibandingkan dengan DEM SRTM. Hal tersebut karena sensor ASTER GDEM tidak mendeteksi vegetasi, sehingga hasil rekaman DEM ASTER GDEM menjadi lebih akurat. (Kustiyo et al., 2005 dan Sriharan, S. et al., 2004)

Dari hasil tersebut didapatkan pada nilai RMSE tutupan lahan perkebunan, dimana nilai RMSE ASTER GDEM lebih kecil sekitar 2m dibanding DEM SRTM. Sedangkan pada tutupan

lahan tanah kosong, nilai *RMSE* kedua *DEM* cukup besar, yaitu antara 10 dan 11 m. Hasil ini kemungkinan merupakan hasil sebenarnya, yang membuktikan bahwa *ASTER GDEM* lebih teliti daripada *DEM SRTM* pada tutupan lahan berupa vegetasi tetapi hanya untuk beberapa titik. Sedangkan kemungkinan lainnya yaitu terjadi kesalahan pengukuran atau kesalahan pada *instrument* (sensor) pengukur *DEM* atau dikarenakan terjadinya gangguan saat pengukuran *DEM* tersebut, berupa cuaca, faktor kesalahan manusia, dan lainnya. (Purwadhi, S. H. 2001)

## 2. DEM SRTM V4.1 Lebih Teliti Dibandingkan ASTER GDEM V2

Secara keseluruhan, nilai *RMSE DEM SRTM* lebih kecil daripada nilai *RMSEASTER GDEM*. Hal ini dibuktikan dengan nilai *RMSE* total *ASTER GDEM* dan *DEM SRTM*, dimana nilai *RMSE* total *DEM SRTM* yaitu 11,60 dan *ASTER GDEM* yaitu 13,41. Nilai *RMSE DEM SRTM* lebih kecil daripada *ASTER GDEM* pada 5 jenis tutupan lahan, yaitu hutan, ladang/tegalan, semak/belukar, sawah, dan pemukiman. Dengan nilai tersebut, dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan, *DEM SRTM V4.1* lebih teliti dibandingkan *ASTER GDEM V2*. Pada hasil korelasi (Pearson Correlation), nilai korelasi *RBI-DEM SRTM* (0,9999) lebih besar daripada *RBI-ASTER GDEM* (0,9998) sehingga dapat disimpulkan bahwa *DEM SRTM* lebih mendekati *RBI*. Hal ini membuktikan bahwa hasil dari Sriharan, S. et al., 2004 dan pendapat peneliti bahwa *DEM SRTM V4.1* lebih teliti dibandingkan *ASTER GDEM V2* adalah benar.

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Secara keseluruhan, *DEM SRTM V4.1* lebih teliti dibandingkan dengan *ASTER GDEM V2*. Hal ini dibuktikan dengan nilai *RMSE total DEM SRTM V4.1* lebih kecil daripada nilai *RMSE total ASTER GDEM V2*, yaitu 11,60 m pada *DEM SRTM V4.1* dan 13,41 m pada *ASTER GDEM V2*.
2. Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa kesimpulan dari penelitian terdahulu [10] yaitu ketelitian *ASTER GDEM V2* lebih kecil dari *DEM SRTM V4.1* pada tutupan lahan

berupa vegetasi, sedangkan *ASTER GDEM V2* lebih teliti pada tutupan lahan bukan vegetasi adalah benar. Pada tutupan lahan vegetasi nilai *RMSEASTER GDEM V2* lebih besar dibandingkan *DEM SRTM V4.1*. Hal tersebut karena sensor *ASTER GDEM* lebih sensitif pada tutupan vegetasi dibanding sensor *DEM SRTM*. (Kustiyo et al., 2005 dan Purwadhi, S. H. 2001)

## Saran

1. Untuk tutupan lahan perkebunan, sebaiknya pastikan data telah benar dan lakukan koreksi terhadap data *DEM SRTM* lebih besar karena berdasarkan penelitian ini, untuk tutupan lahan perkebunan, kesalahan *DEM SRTM* lebih besar.
2. Untuk pengguna data *ASTER GDEM V2* dan *DEM SRTM V4.1* dapat menggunakan hasil tugas akhir ini sebagai salah satu referensi untuk mengkoreksi data *DEM* tersebut, sehingga hasilnya lebih mendekati data peta RBI.
3. Bagi pengguna data *DEM*, sebaiknya menggunakan data *DEM* yang sesuai dengan daerah studinya, apabila daerahnya didominasi tutupan lahan vegetasi, sebaiknya menggunakan *DEM SRTM V4.1*. Sedangkan untuk daerah tanpa vegetasi sebaiknya menggunakan data *ASTER GDEM V2*.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTER GDEM Validation Team, 2009, ASTER Global DEM validation summary report, Prepared by ASTER GDEM Validation Team: METI/ERSDAC, NASA/LPDAAC and USGS/EROS, in cooperation with NGA and other collaborators. [http://www.ersdac.or.jp/GDEM/E/image/ASTERGDEM\\_ValidationSummaryReport\\_Ver1.pdf](http://www.ersdac.or.jp/GDEM/E/image/ASTERGDEM_ValidationSummaryReport_Ver1.pdf) (diakses tanggal 23 Maret 2014, jam 09.10 BBWI).
- CGIAR-CSI, 2009, SRTM 90m Digital Elevation Data. <http://srtm.csi.cgiar.org/> (diakses tanggal 23 Maret 2014, jam 09.32 BBWI).
- Hengl, T. and Reuter, H., 2011. How accurate and usable is GDEM? A statistical assessment of GDEM using LiDAR data. University of Wageningen, Wageningen, Netherlands.
- Indarto dan Faisol A., 2009. Identifikasi dan Klasifikasi Peruntukan Lahan

- Menggunakan Citra Aster. Media Teknik Sipil, Volume IX. ISSN 1412-0976.
- Kurniawan, D. 2008. Uji T Berpasangan (Paired T-Test). R Development Core Team. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Kustiyo et al., 2005. Analisis Ketelitian Ketinggian Data Dem Srtm. LAPAN : Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV. Wageningen : World Soil Information University of Wageningen.
- Li Peng et al., 2012. Evaluation of ASTER GDEM Ver2 Using GPS Measurements and SRTM Ver4.1 in China. Melbourne : XXII ISPRS Congress.
- Lillesand, T. M and Kiefer R.W. 1990. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Purwadhi, S. H. 2001. Interpretasi Citra Digital. Grasindo.Jakarta.
- Sriharan, S. et al., 2004. Analysis of Land Cover Classes Using Unsupervised and Supervised Classification of Stennis Space Center (SSC) Image. Virginia State University.
- Sutanto., 1979. Pengetahuan Dasar Interpretasi Citra. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Suwandana, Endan et al., 2012. Evaluation of ASTER GDEM2 in Comparison with GDEM1, SRTM DEM and Topographic-Map-Derived DEM Using Inundation Area Analysis and RTK-dGPS Data. Remote Sens.2012,4.