

Optimalisasi Data Citra SRTM Bagi Kepentingan Studi Hidrologi Dan Geohidrologi

I. Hadi S.

Pusat Penelitian Geoteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia,
Kompleks LIPI, Jl Sangkuriang Bandung, 40135,

ABSTRAK: Dari tanggal 11 - 22 Februari 2000, wahana NASA Space Shuttle Endeavour meluncur di luar angkasa dimana salah satu misinya adalah melakukan perekaman muka bumi dengan teknik *interferometry* (perekaman suatu titik dari dua arah antena radar), dengan sensor perekam yang dikenal dengan nama SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), sehingga dapat diperoleh data ketinggian. Data SRTM yang diperoleh adalah berupa data yang meliputi daerah USA dengan resolusi spasial yang cukup bagus (30m) dan daerah luar USA dengan resolusi spasial yang lebih rendah (90m). Dengan menggunakan data ketinggian digital dari SRTM ini selanjutnya dapat diperoleh peta topografi dan visualisasi muka bumi bagi berbagai kepentingan. Salah satunya adalah bagi penelitian hidrologi dan geologi.

Puslit Geoteknologi – LIPI selama tahun 2007 telah mencoba kegunaan data tersebut untuk menjawab beberapa permasalahan berkenaan dengan aspek hidrologi/geohidrologi dengan menggunakan *TIN* (*Triangulated Irregular Network*) dan *Kriging*, serta mengintegrasikan dengan hasil analisa visual citra satelit lain. Adapun contoh kasus adalah meliputi Penyebaran air payau pada wilayah dataran Aceh pasca Tsunami 2004; Pengaruh bentang alam terhadap penyebaran aliran air permukaan pada daerah Porong pra semburan lumpur Sidoarjo; Penyebab banjir musiman pada daerah Karanganyar Selatan, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. Secara keseluruhan kasus-kasus di atas masih bersifat studi awal.

Kata Kunci: Citra satelit, SRTM, interpolasi dataran aluvial, tinggian, sumberdaya air

PENDAHULUAN

Penginderaan jauh melalui radar luar angkasa telah lama memainkan peranan penting ada studi mengenai bumi melalui citra satelit. Sejumlah contoh di antaranya adalah : SEASAT (NASA, 1978), E-ERS-1 (ESA, (1991), J-ERS-1 (NASDA, 1992), dan RADARSAT (Canada, 1995).

Tanggal 11 - 22 Februari 2000, wahana NASA *Space Shuttle Endeavour* meluncur di luar angkasa dengan membawa salah satu misi yaitu melakukan perekaman muka bumi melalui pendekatan teknik *interferometry* (perekaman suatu titik dari dua arah antena radar), dengan sensor perekam yang dikenal dengan nama SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Data yang diperoleh secara langsung

kemudian di proses oleh JPL (*Jet Propulsion Laboratory*) berupa data ketinggian, untuk resolusi spasial 30 m (data *1 arc-second*, SRTM-1) yang meliputi daerah Amerika Serikat, sedang untuk belahan bumi diluar Amerika ($\pm 80 \%$), berupa resolusi yang lebih rendah yaitu 90 m (data *3 arc-second*, SRTM-3). Data ketinggian digital dari SRTM, yang dikenal dengan DEM (*Digital Elevation Model*) -SRTM ini telah memberikan informasi topografi dan visualisasi muka bumi.

Karena data SRTM yang bersifat global tersebut, sejumlah penelitian telah dilakukan mulai dari karakteristik dan ketelitian data (Anonym, 2005 ; Bridget R. Smith and David T. Sandwell, 2003 ; Felus, Y.A, dkk., 2006 ; Poon, J. dkk., 2006 ; Sefercik, U., dkk., 2007) hingga penggunaan bagi kepentingan aplikasi seperti di bidang kartografi

(Gamache, M., 2004 ; Jarvis, A., dkk., 2004), tutupan lahan (Reinartz P., dkk, 2005) ; Shortridge, A., 2006), tektonik (Bridget R. Smith and David T. Sandwell, 2006), geomorfologi (De Ruyver, R., 2004 ; Gamache, M., 2004 ; Rossetti, D. de Fatima, and Valeriano, Marcio M., 2007), gerakan tanah (Roëssner, S., 2001) dan sumber daya air (De Ruyver, R., 2004 ; El Fahem, T., Reichert, B., 2005 ; Rossetti, D. de Fatima, and Valeriano, Marcio M., 2007).

Tulisan berikut bermaksud menyampaikan hasil studi penggunaan data SRTM pada beberapa kasus yang telah dilakukan di Puslit Geoteknologi LIPI, khususnya berkenaan dengan sumber daya air di daerah dataran aluvial.

METODOLOGI

Dari sudut pandang sedimentologi suatu dataran aluvial terbentuk karena proses-proses alam yang terjadi mulai dari lingkungan pengendapan *fluvial* hingga *marine* transisi maupun asosiasi kedua lingkungan pengendapan tersebut. Karena proses-proses yang terjadi di masa purba (Kwarter dan sebelumnya) tersebut menyebabkan di masa kini (Holosen) dijumpai adanya sejumlah tinggian pematang pada dataran aluvial tersebut yang merupakan manifestasi dari pengendapan pasir baik pada sistem fluvial yang berupa gosong sungai (*sand bar, point bar*) pada sungai purba, maupun pematang pantai (*beach ridge*) dari sistem *marine* transisi. Daerah tinggian pematang tersebut pada saat ini umumnya merupakan daerah yang selalu kering, terbebas dari genangan air. Beda ketinggian dapat mencapai ± 5 m, dari daerah sekitarnya yang lebih rendah, walaupun ternyata pematang pantai yang berkembang pada dataran aluvial di selatan Jawa Tengah ternyata dapat mencapai ketinggian 11 m dari muka laut.

Karakteristik di atas selanjutnya dijadikan dasar bagi melakukan interpolasi data tinggian SRTM guna memperoleh level yang lebih detail bagi kepentingan analisa aplikasi. Interpolasi dilakukan dengan pendekatan pemodelan permukaan padat (*solid surface modeling*) dengan TIN (*Triangulated Irregular Network*) serta Kriging (Anonym, 2004 ; S.I. Hadi, 2005, Grohmann, C.H., 2006).

Untuk pemetaan dataran aluvial dalam studi ini digunakan sejumlah citra satelit seperti LANDSAT, IKONOS, SPOT, dan Google Earth.

Adapun contoh kasus yang telah dikerjakan adalah meliputi :

1. Penyebaran air payau pada wilayah dataran Aceh pasca Tsunami, Agustus 2006
2. Pengaruh bentang alam terhadap penyebaran aliran air permukaan pada daerah Porong pra semburan lumpur Sidoarjo.

3. Penyebab banjir musiman yang selalu terjadi di daerah Karanganyar Selatan, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah.

Pada kasus 1, citra SRTM yang digunakan adalah versi 1, dimana data beberapa lokasi perlu dilakukan kriging (Grohmann, C.H., 2006) untuk penyesuaian dengan hasil citra yang lain, sedang untuk kasus 2 dan 3 citra yang digunakan adalah versi 3, dengan acuan kontur DEM-SRTM adalah 10 m vertikal.

PEMBAHASAN DAN ANALISA

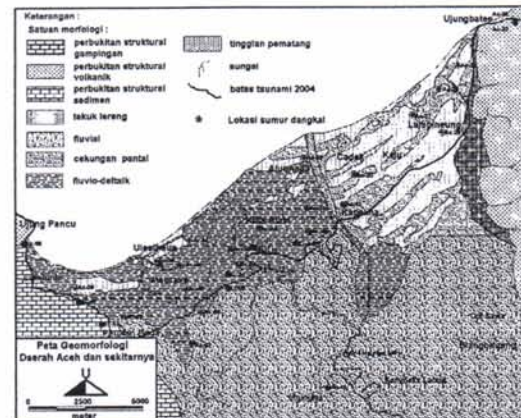
Kasus 1.

Sejumlah citra satelit pengamatan bumi telah digunakan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1 Citra satelit yang digunakan dalam studi kasus ini.

Dari penafsiran sejumlah citra tersebut selanjutnya diperoleh peta geomorfologi seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



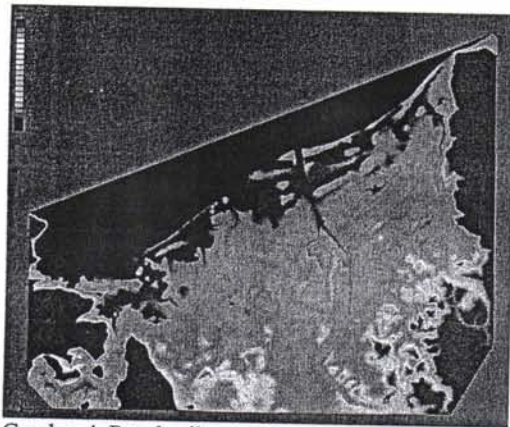
Gambar 2. Peta Geomorfologi dataran aluvial Aceh.

Sedang interpolasi dari citra DEM-SRTM (Gambar 3) diperoleh peta detail seperti yang ditunjukkan gambar 4 dan 5.

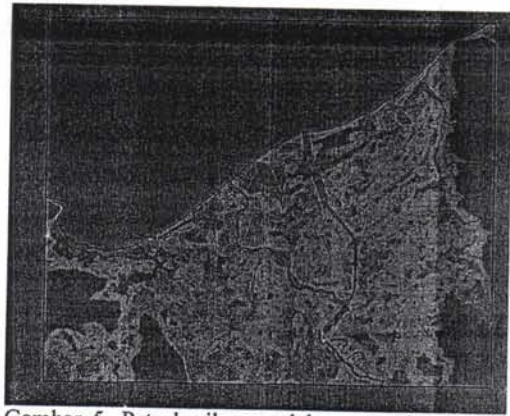
Gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa tinggian yang berkembang pada sebelah timur lokasi studi berupa pematang pantai dengan ketinggian 6-12 m, sedang daerah yang lebih rendah (*swell*) merupakan cekungan pantai (Gambar 2) memiliki ketinggian lebih kecil dari 6 m. Pada daerah ini terutama yang dekat pantai sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut.



Gambar 3. Citra DEM-SRTM dataran aluvial Aceh.



Gambar 4. Peta hasil pemodelan permukaan padat.



Gambar 5. Peta hasil pemodelan permukaan padat dalam bentuk garis kontur

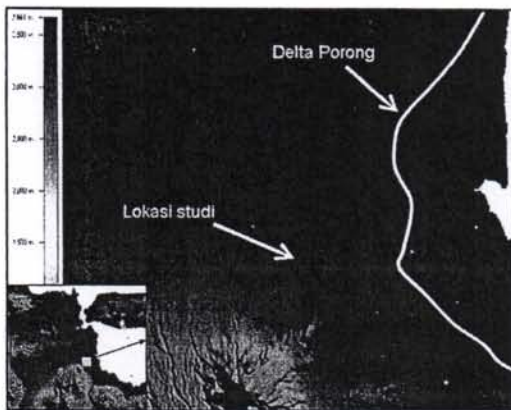
Keadaan tersebut menjelaskan mengapa sumber air tanah dangkal yang diwakili oleh sumur gali pada lokasi Ac-17, Ac-20, Ac-27, dan Ac-26 (Gambar 2) memiliki kadar garam yang cukup tinggi, pada nilai DHL (Daya Hantar Listrik) adalah 600 -1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (S.I. Hadi, dkk, 2006).

Kasus 2.

Citra satelit Gambar 6 berasal dari Harian Kompas yang di muat pada pertengahan tahun 2007 dan kemudian dimuat kembali dalam De Rosari, A.S.BL (ed), 2007, secara hitam putih. Sedang citra DEM-SRTM pada Gambar 7 menunjukkan lokasi studi yang terletak pada dataran aluvial yang berlanjut ke delta Porong.

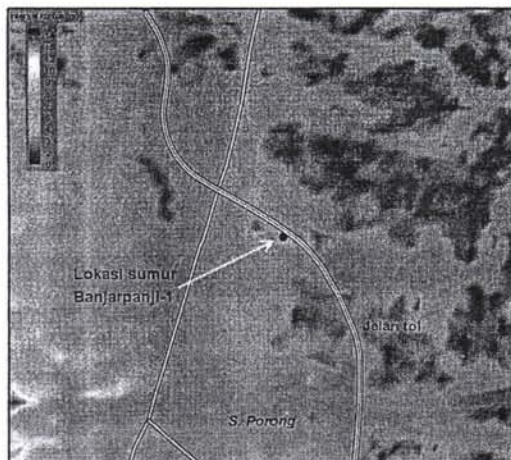


Gambar 6. Citra satelit daerah Porong.



Gambar 7. Citra SRTM daerah Porong.

Adapun hasil interpolasi pada Gambar 8 menunjukkan bahwa pada daerah studi ternyata terbentuk cekungan-cekungan kecil, dan cenderung semakin meluas kearah timur dan timur laut. Keadaan ini mengindikasikan bahwa pola aliran air permukaan dan air tanah mengikuti pola penyebaran dan perluasan dari cekungan-cekungan tersebut.



Gambar 8. Hasil pemodelan permukaan padat daerah Porong.

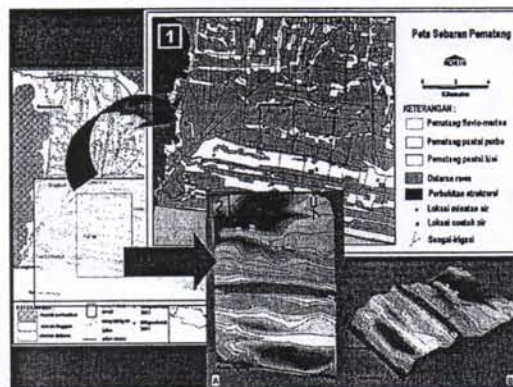
Kasus 3.

Gambar 9 menunjukkan citra kerja yang digunakan pada penelitian di daerah ini (S.I. Hadi., Tjiptasmara, Arsadi,E.M., 2004 ; Rizka, M dan S. I. Hadi, 2006).



Gambar 9. Citra Landsat dan SRTM daerah Studi.

Penafsiran citra yang dilengkapi oleh studi lapangan telah menghasilkan Peta Sebaran Pematang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.1, sedang hasil pemodelan permukaan padat dari citra DEM-SRTM ditunjukkan oleh Gambar 10.2.



Gambar 10. Hasil analisa morfologi yang berupa Peta Sebaran Pematang (1) dan Peta interpolasi DEM detail daerah lokasi (2).

Dengan dilengkapi oleh data lapangan seperti pemboran dangkal dan kualitas air tanah dangkal, hasil studi secara keseluruhan menghasilkan peta hidromorfologi seperti ditunjukkan oleh Gambar 11, dengan penampang utara selatan seperti pada Gambar 12.

Peta hidromorfologi ini menjelaskan bahwa pada:

Satuan fluvial :

- Tinggian berarah utara – selatan, 3 – 17 m dpl (di atas muka laut), umumnya bersifat pasiran.
- Muka air tanah bebas berkisar 1,5 – 6 m, air tawar terdapat pada daerah tinggian, lebih dalam lagi dijumpai air payau.

Satuan fluvio-marine :

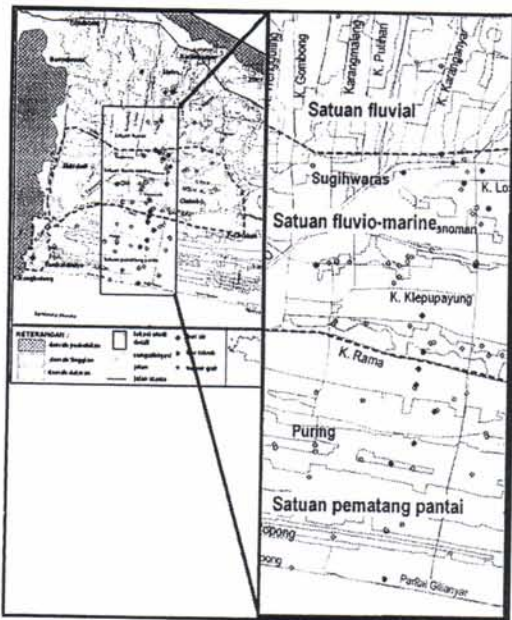
- Arah tinggian bervariasi dari utara-selatan hingga barat-timur, ketinggian 2-5 m dpl
- Muka air tanah bebas berkisar 1- 2,5 m, air tawar umumnya terdapat pada daerah tinggian, pada

daerah rendah hanya bersifat setempat. Lebih dalam lagi air bersifat payau-asin

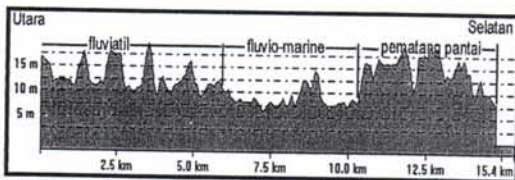
Satuan pematang pantai :

- Tinggian berarah barat-timur, ketinggian dapat mencapai 11 m dpl, beda ketinggian dengan daerah rendah dapat mencapai 4 m,
- Terdiri dari lapisan pasir dapat mencapai 30 m.
- Muka air tanah bebas berkisar 1-2 m, air masih tawar hingga kedalaman 30 m
- Di pantai hingga kedalaman 12 m air masih bersifat tawar

Selain itu, aliran air permukaan yang berasal dari utara cenderung tertahan pada daerah satuan *fluvio-marine*, hal tersebut selain dikarenakan adanya satuan pematang pantai yang cukup tebal, topografi pada satuan ini lebih rendah dibandingkan satuan fluvial di utara dan satuan pematang pantai di selatannya. (Gambar 12).



Gambar 11. Peta hidromorfologi daerah studi.



Gambar 12. Penampang morfologi utara-selatan daerah studi.

KESIMPULAN

Hasil pembahasan kasus 1 di atas menunjukkan bahwa adanya beda tinggi yang tak terlalu jauh (1-2 m) dari muka laut pada daerah cekungan pantai memungkinkan bahwa daerah tersebut sangat dipengaruhi oleh pasang-surut air laut. Adanya kecenderungan kadar garam yang tinggi pada air tanah yang terdapat pada tepian pematang pantai di daerah ini lebih dipengaruhi oleh peristiwa ini, bukan karena peristiwa Tsunami tahun 2004.

Hasil pembahasan kasus 2 menunjukkan bahwa daerah studi memiliki kemiringan regional ke arah timur-timur laut. Arah kemiringan regional ini tentunya sangat berpengaruh pada aliran air, baik pada air permukaan maupun air tanah.

Hasil pembahasan kasus 3 menunjukkan bahwa ternyata satuan fluvio-marine berfungsi sebagai daerah 'parkir air', terutama pada musim hujan. Akibatnya terjadinya genangan air yang bersifat musiman pada daerah ini tak dapat dihindari.

Walau masih merupakan tahap awal, hasil studi secara keseluruhan menunjukkan bahwa data yang berasal dari citra SRTM ternyata merupakan bagian informasi yang berharga bagi studi hidromorfologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonym, 2004, Groundwater Modeling System, Tutorials GMS ver 5.0, EMRL, Brigham Young University, 546 p.
- Anonym, 2005, Patch Holes in SRTM DEMs. Sample Geospatial Script. Processed SRTM DEM with holes filled. and feathered. Small portion of a 1-arc second SRTM, www.microimages.com/documentation/cplates/71SRTMfill.pdf
- Bridget R. Smith and David T. Sandwell, 2003 Accuracy and resolution of shuttle radar topography mission data, *Geophys. Res. Letters*, vol.30, No 9, 4 pages.
- Bridget R. Smith and David T. Sandwell, 2006, A model of the earthquake cycle along the San Andreas Fault System for the past 1000 years, *J. Geophys. Res.*, 111, B01405, doi:10.1029/2005JB003703, 20 pages.
- De Rosari, A.S.BL (ed), 2007, Banjir Lumpur Banjir Janji, Penerbit Buku Kompas, 462 hal.
- De Ruyver, R., 2004, DEM optimization for hydrological modelling using SRTM. for the 'Pantanal' region, Brazil, Thesis, www.itc.nl/library/Papers_2004/msc/wrem/de_ruyver.pdf.
- El Fahem, T., Reichert, B., 2005, Development of a three-dimensional Finite Element Model for simulation of groundwater flow in the tropical river catchment of the Upper Ouémé (Benin /

- West Africa). ModelCare 2005, Fifth International Conference on Calibration and Reliability in Ground water Modelling: From Uncertainty to Decision Making, 06.-09. June 2005, The Hague Scheveningen, The Netherlands, pp. 568-573.
- Felus, Y.A., Burtch, R.C., Schaeding, C., 2006, Experiments with National Digital Elevation Models, www.ngs.noaa.gov/heightmod/MIFSU.ppt
- Gamache, M., 2004, Free and Low Cost Dataset for International Mountain Cartography, www.terrainmap.com/downloads/Gamache_final_web.pdf
- Grohmann, C.H., 2006, Resampling SRTM 03"-data with kriging, *Gras/OSGeo-News*, vol. 4, December 2006, p 20-25
- Jarvis, A., Rubiano, J., Nelson, A., Farrow, A. and Mulligan, M (2004) Practical Use of SRTM Data in The Tropics: Comparisons With Digital Elevation Models Generated From Cartographic Data (Working document no. 198). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 32 p.
- Poon, J., Fraser, C.S., Zhang, C., 2006, High-Resolution Satellite Imaging For Digital Surface Models, www.isprs.org/commission1/ankara06/makaleler/Poon_High_Resolution.pdf
- Reinartz P, Müller R, Hoja D, Lehner M, Schroeder M, 2005, Comparison and Fusion of DEM derived from Spot HRS Stereo Data and SRTM data and estimation of forest heights. Proceedings on Earsel Workshop: 3D Remote Sensing, 10-11 June, Porto, Portugal, 10p.
- Rizka, M dan S. I. Hadi, 2006, Karakteristik Kualitas Air Tanah Di Kawasan Pesisir Jawa Tengah Selatan, Studi Kasus Pada Dataran Alluvial Karanganyar, Jawa Tengah, *Sumberdaya Air Pesisir dan Pulau Kecil*, Puslit Geoteknologi LIPI, hal 195-208
- Roessner, S., Wetzel H.U., Kaufmann, H., Sarnagoev, A., 2001, Satellite remote sensing for regional assessment of landslide hazard in Kyrgystan (Central Asia) www.dkkv.org/forum2001/Datei60.pdf
- Rossetti, D. de Fatima, Valeriano, Marcio M., 2007, Applying SRTM topographic data to characterize a Quaternary paleovalley in northern Brazil, *Anais XII Simp. Brasileiro de Sensoria mento Remoto*, Florianopolis, Brasil, 21-26 Abril 2007, INPE, p. 2125-2132.
- Shortridge, A., 2006, Shuttle Radar Topography Mission elevation data error and its relationship to land cover, 2006 http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary_0286-13987254_ITM
- S. I. Hadi., Tjiptasmara, Arsadi, E.M., 2004, Karakteristik Air tanah Dataran Alluvial Jawa Tengah Selatan: Studi kasus di daerah Gombang-Karanganyar, *RISSET*, jilid 14, no 2, hal 41-59
- S.I. Hadi, 2005, Metode Kriging untuk memetakan konfigurasi air tawar pulau kecil, dalam : *Sumber Daya Air di Pulau Kecil*, LIPI, hal 239-258.
- S.I. Hadi, Suherman, D., Yuniati M.D, Sukmayadi, D., Tatang, A., 2006, Daya Dukung Lingkungan Pasca Bencana Tsunami Di Propinsi NAD (Kajian Berdasarkan Potensi Sumber Daya Air Tanah), Puslit Geoteknologi LIPI, lap. teknis (tidak dipublikasikan), 48 hal.
- S.I. Hadi, Bakti, Hendra, Yuniati, M.D., Rizka M., Hartanto, P., 2006, Sumber Daya Air Tanah Kawasan Pesisir Jawa Tengah Selatan: Daerah Puring-Petanahan, Kabupaten Kebumen, *Peluang dan Peran Ilmu Kebumihan dalam Pembangunan Berkelanjutan*, Prosiding Seminar Geoteknologi, Puslit Geoteknologi LIPI, Bandung, hal 181-192
- Sefercik, U. , Jacobsen, K., Oruc, M., Marangoz, A., 2007, Comparison Of Spot, Srtm and Aster Dems, www.ipi.uni-hannover.de/fileadmin/institut/pdf/Sefercik_jac_oruc_maramgoz.pdf.