

EKSTRAKSI TINGGI BANGUNAN DENGAN MENGGUNAKAN FOTO UDARA ORTHO DAN DATA LIDAR

Habibullah
habibullah@mail.ugm.ac.id

Nur Mohammad Farda
farda@geo.ugm.ac.id

ABSTRACT

Remote sensing is growing especially in term of spatial resolution. Ortho-photo is widely used because it has the high spatial resolution and correction to reduce the relief displacement aspect. Than, LiDAR data as the detail data which can provide highly accurate information about an object height.

The objectives of the research are to extract building geometry (building height) and to know the accuracy of extraction. The primary step was interpretation to identify roof types from Ortho-photo aerial imager. Building height extraction was done by calculating the maximum number of building height from N-DSM which was gathered from the calculation of LiDAR DSM and DTM. Its height number was corrected by using the height of roof object based on its roof types.

The results of test calculations is quite good. Mapping accuracy using field measurement data showed that the number of building building height extraction accuracy was 86.63%.

Keywords: Ortho-photo aerial imagery, LiDAR, Building geometry, DSM, DTM, N-DSM

INTISARI

Penginderaan jauh semakin berkembang khususnya dalam hal resolusi spasial. Foto udara ortho banyak digunakan karena resolusi spasial tinggi dan telah mengalami koreksi sehingga aspek *relief displacement* dapat dikurangi. Kemudian data LiDAR sebagai data detil yang dapat memberikan informasi ketinggian objek dengan akurasi tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan ekstraksi data geometri bangunan, yaitu tinggi bangunan dan mengetahui akurasi dari ekstraksi informasi tinggi bangunan. Tahap awal dilakukan interpretasi tipe atap bangunan dari foto udara ortho. Ekstraksi tinggi bangunan dilakukan dengan menghitung nilai ketinggian maksimum bangunan dari N-DSM yang didapatkan dari kalkulasi DSM dan DTM LiDAR. Nilai tinggi tersebut dikoreksi dengan nilai tinggi objek atap bangunan berdasarkan tipe atapnya

Hasil perhitungan uji akurasi cukup baik. Uji akurasi pemetaan dengan menggunakan data pengukuran lapangan menunjukkan bahwa akurasi ekstraksi tinggi bangunan sebesar 86.63%.

Kata kunci : Foto udara ortho, LiDAR, Geometri bangunan, DSM, DTM, N-DSM

PENDAHULUAN

Penginderaan jauh semakin berkembang terutama dalam hal resolusi spasial. Setelah munculnya citra Landsat, terdapat pula citra-citra lain dengan berbagai tujuan. Sebut saja citra ALOS, ASTER untuk kajian sumberdaya atau IKONOS, Quickbird yang berkembang dan digunakan untuk kajian perencanaan. Selain citra yang direkam dari satelit seperti disebutkan diatas, citra yang diperoleh dari wahana dirgantara sebagai awal mula berkembangnya teknologi penginderaan jauh tidak dapat dilupakan. Foto udara dapat diperoleh secara lebih kondisional tergantung keperluan dengan resolusi spasial sangat tinggi yang diperoleh dari perekaman udara.

Sistem aktif penginderaan jauh juga semakin berkembang dengan munculnya teknologi yang menggunakan tenaga sendiri tidak menggunakan tenaga dari gelombang elektromagnetik matahari. Sistem tersebut menggunakan tenaga buatan, misalnya LiDAR (*Light Detection and Ranging*). Sistem perekaman LiDAR dapat memancarkan tenaga dengan intensitas puluhan ribu per detik untuk dapat menghasilkan data *point elevation* (dikenal dengan nama *point cloud*) dengan kerapatan yang tinggi. Kemampuan yang dimiliki LiDAR tersebut sehingga LiDAR dapat menghasilkan DSM sekaligus DTM sangat detail.

LiDAR seringkali dilengkapi dengan foto udara ortho, yaitu Foto Udara yang telah diproses dan dikoreksi sehingga efek *relief displacement* dapat dikurangi. Foto udara ortho tersebut bukan lagi foto udara dengan proyeksi sentral dengan pusatnya berada di satu titik, namun proyeksinya adalah orthogonal sehingga posisi pada foto udara telah sesuai dengan posisi planar sebenarnya di lapangan.

Kajian perkotaan terutama terkait perencanaan wilayah secara makro banyak memanfaatkan data LiDAR maupun foto udara ortho. Bangunan dan fungsinya sebagai objek dalam perencanaan suatu wilayah menjadi hal yang penting untuk dikaji. Deteksi bangunan pada citra resolusi rendah dan sedang banyak dimanfaatkan dalam kajian perencanaan dalam skala mikro, namun untuk deteksi bangunan secara detail Foto Udara dan data LiDAR sangat membantu dalam ekstraksi informasi geometri, baik luas bangunan, tinggi bangunan bahkan sampai pada bentuk bangunan. Aplikasi

penggunaan data penginderaan jauh resolusi tinggi baik Citra, Foto Udara ataupun data LiDAR banyak digunakan terutama dalam ekstraksi bangunan dan pemodelan bangunan 3 dimensi (Wang dan Schenk, 2000; Rottensteiner dan Jansa, 2002; Istarno dkk, 2008; Poz dan Galvanin, 2011; Vennessyardi dkk, 2011)

Kajian yang dilakukan pada penelitian ini adalah ekstraksi geometri bangunan, yaitu tinggi bangunan dengan memanfaatkan data Foto udara ortho dan data LiDAR.

Foto udara Ortho merupakan gambaran medan seperti kenyataan di lapangan dengan penyajian ukuran jarak, sudut dan luas yang benar sehingga suatu kenampakan dapat diinterpretasi sesuai dengan posisi planimetrik yang benar. Posisi suatu objek telah sesuai dengan posisi di lapangan sehingga mirip dengan peta dasar konvensional, bahkan lebih mudah dalam pembacaannya. (Lillesand dan Kiefer, 1997).

LiDAR (*Ligh Detection and Ranging*) merupakan sistem penginderaan jauh aktif yang menggunakan emisi tenaga laser. Instrumen LiDAR dibawa dengan menggunakan pesawat udara atau dikenal dengan teknik ALS (*Airborne Laser Scanning*). LiDAR memancarkan pulsa cahaya gelombang tampak dan daerah sekitarnya yaitu ultraviolet dan inframerah. Pada Topographic LiDAR digunakan gelombang inframerah, sedangkan pada Hydrographic LiDAR digunakan gelombang inframerah dan gelombang biru-hijau (Pupulus et all. 2001, NASA 1998 dan MOSAIC. 2001).

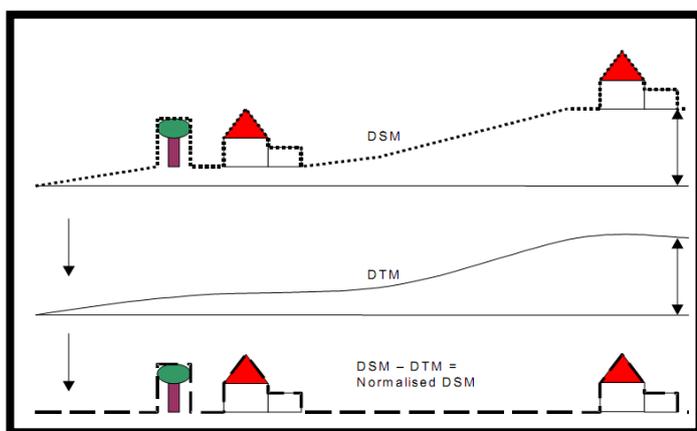
Sistem LiDAR terdiri dari sensor *Laser (Ligh Amplification by Stimulated Emission of Radiation) Scanner* dan dilengkapi dengan komponen navigasi. *Laser Scanner* berfungsi untuk mendapatkan informasi jarak antara sensor dengan permukaan objek atau permukaan tanah. Komponen navigasi terdiri dari DGPS (*Differential Global Position System*) yang berfungsi untuk memperoleh posisi pesawat/sensor secara akurat dan alat pencatat sikap (*attitude*) sensor yaitu dengan alat INS (*Inertial navigation System*) atau disebut juga IMU (*Inertial Measurement Unit*). Sistem GPS ditempatkan pada pesawat sebagai penerima dan yang satunya ditempatkan pada titik referensi di tanah. INS mencatat sikap sensor akibat ketidakstabilan pergerakan

pesawat dan bekerja bersama-sama dengan GPS untuk memberikan posisi X, Y dan Z secara akurat. Pulsa energi yang dipancarkan dari laser dan dipantulkan ke permukaan bumi dengan memutar cermin yang ditetapkan pada sudut tertentu. Cermin berputar mendistribusikan energi cahaya ke seluruh wilayah dibawah platform. Pantulan sinar laser diterima dengan teleskop kecil yang memfokuskan setiap sinar yang diterima ke detektor (Harding, 2000; NOAA, 2007; dalam Barbara, J dan McKay Archibald, 2007).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dibagi dalam 3 tahapan, antara lain, tahapan pemrosesan data, tahap lapangan dan pasca lapangan. Pada tahap pemrosesan data dilakukan interpretasi tipe bangunan dan digitasi *building footprint* dari foto udara ortho. Hasil dari interpretasi tersebut adalah data *building footprint* sekaligus tipe atap bangunan.

Tinggi bangunan diekstraksi dari data LiDAR. Pemrosesan data LiDAR dilakukan dengan membuat data titik tinggi LiDAR menjadi DEM/DTM dan DSM. DEM/DTM adalah representasi nilai kontinu dari *terrain* (permukaan tanah tanpa penutup lahan) dalam nilai koordinat x , y dan z . *Digital Surface Model* (DSM) merupakan model dari permukaan bumi mencakup permukaan tanah dan objek yang menutupinya. Objek penutupnya dapat berupa bangunan, pohon-pohonan dan objek penutup lainnya.



Gambar 1. DSM, DTM dan N-DSM
Sumber: Elberink dan Maas (2000)

Data LiDAR masing-masing diinterpolasi sehingga didapatkan DEM/DTM dan DSM. Kedua model elevasi tersebut dikalkulasi dengan mengurangkan DEM/DTM pada DSM sehingga didapatkan nilai N-DSM (Normalized DSM). Nilai tersebut digunakan untuk mengetahui tinggi bangunan.

Proses untuk mendapatkan tinggi bangunan sejatinya tidak dapat dilakukan secara langsung karena bangunan tertutup oleh atapnya sehingga dipastikan informasi tinggi bangunan tidak dapat diambil secara tepat nilainya. Untuk mengoreksi nilai tinggi atap, dilakukan proses penyaringan objek atap bangunan pada setiap tipe atap bangunan.

Untuk mengetahui tinggi pada bagian bangunan, sebelumnya telah dilakukan klasifikasi jenis atap bangunan untuk menentukan sampel tinggi bangunan pada bagian atap. Ekstraksi tinggi bangunan dilakukan proses pengambilan nilai sampel tinggi objek atap untuk mengoreksi data tinggi bangunan awal yang merupakan tinggi bangunan termasuk objek atap.

Ekstraksi tinggi bangunan dari Foto udara ortho dan data LiDAR dilakukan perhitungan akurasi dibandingkan dengan hasil pengukuran luas dan tinggi di lapangan.

Tahapan survey lapangan dilakukan dengan mengambil data untuk uji akurasi pemetaan. Proses pengambilan data untuk uji akurasi pemetaan diambil dengan mengukur tinggi bangunan dengan menggunakan distometer.

Tahapan pasca lapangan dilakukan proses perhitungan akurasi pemetaan. Perhitungan akurasi dilakukan dengan menghitung nilai akurasi secara relatif dengan membandingkan objek dan nilai yang ada pada peta hasil ekstraksi dari data penginderaan jauh dengan hasil pengukuran di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Interpretasi tipe atap bangunan dilakukan dengan mengenali tipe atap dan membedakan berdasarkan bentuknya, antara lain tipe atap pelana (*gable roof*), tipe atap limas (*hip roof*), tipe atap *cross gabled roof*,

tipe atap *cross hipped roof*, tipe atap joglo, dan gambar (f) adalah tipe *combination hip roof*.



Gambar 2 Kenampakan atap rumah dari Foto udara ortho, Gambar (a) adalah tipe atap rumah pelana (*gable roof*), gambar (b) adalah tipe atap rumah *cross gabled roof* (pelana modifikasi), gambar (c) adalah tipe atap rumah limas (*hip roof*), gambar (d) adalah tipe atap rumah *cross hipped roof* (limas modifikasi) dan gambar (e) adalah tipe atap joglo

Sumber: Pengolahan data (2013)

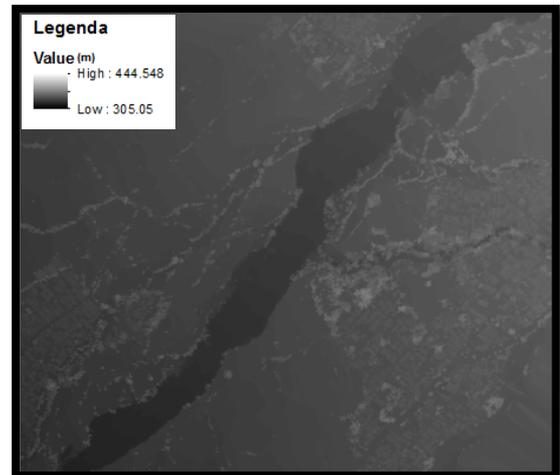
Interpolasi dari data *point cloud ground* menghasilkan data DEM berbentuk raster dengan nilai ketinggian terendah adalah 305.05 m sedangkan nilai tertinggi adalah 444.55 m. Nilai ketinggian tersebut adalah nilai ketinggian berdasarkan referensi *ellipsoid* WGS 1984. Gambar 3 merupakan hasil dari interpolasi data *point elevation (ground)* LiDAR.



Gambar 3. DEM hasil Interpolasi
Sumber: Pengolahan data (2013)

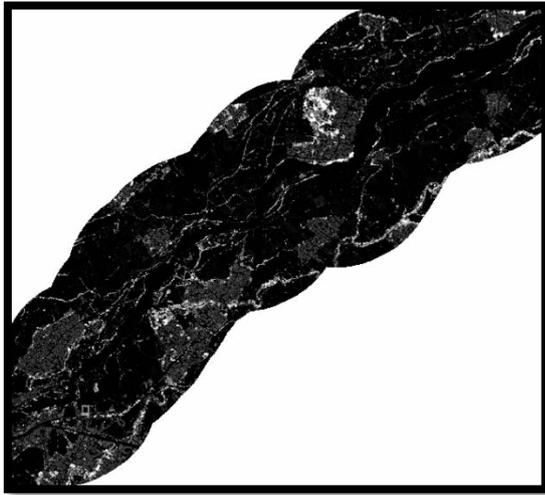
Data *point elevation* LiDAR *non-ground* dengan data *point elevation* LiDAR *ground*

dijadikan satu untuk dilakukan interpolasi secara bersama sehingga dihasilkan data DSM berbentuk raster. DSM tersebut menunjukkan bahwa nilai ketinggian terendah adalah 305.075 m dan nilai ketinggian paling besar adalah 488.15 m. Nilai ketinggian tersebut adalah nilai ketinggian berdasarkan referensi *ellipsoid* WGS 1984. DSM hasil interpolasi dapat digambarkan pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. DSM hasil interpolasi
Sumber : Pengolahan data (2013)

DSM dengan DEM/DTM dilakukan kalkulasi pengurangan. Nilai hasil pengurangan antara DSM dan DEM tersebut menghasilkan sehingga didapatkan *normalized DSM/n-DSM*. N-DSM tersebut bukan lagi merepresentasikan nilai ketinggian objek dari referensi ellipsoid WGS 1984, namun merupakan nilai ketinggian objek dari referensi permukaan tanah. Nilai terendah akan menunjukkan angka 0 karena terjadi pengurangan terhadap nilai z yang sama pada posisi x dan y yang sama, sedangkan objek yang menutup tanah akan memiliki nilai lebih dari 0. Hasil dari proses kalkulasi n-DSM disajikan pada gambar 5 dibawah ini.

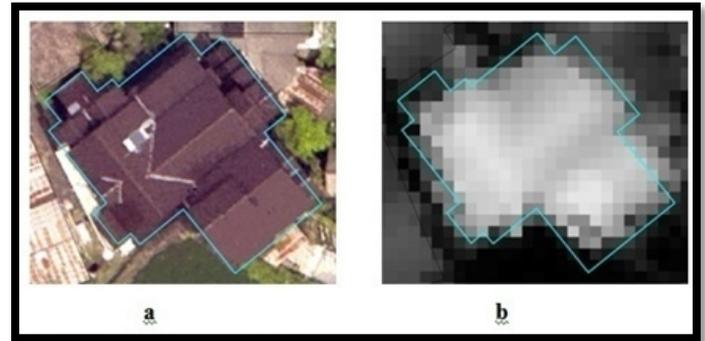


Gambar 5. N-DSM setelah dipotong pada daerah kajian
 Sumber: Pengolahan data (2013)

Pada proses kalkulasi *N-DSM* tersebut terlihat nilai minus, berarti menunjukkan nilai pengurang lebih besar daripada nilai data yang mengurangi atau dapat dianggap nilai pada DSM lebih rendah daripada nilai pada DEM/DTM sehingga pada daerah tertentu menghasilkan nilai negatif. Nilai minus pada *N-DSM* tersebut dikoreksi dengan mengubah nilai piksel minus menjadi nilai terendah yaitu 0 dengan bantuan *software* ArcGIS menggunakan raster calculator. Seluruh nilai piksel minus pada raster *N-DSM* dikonversi ke nilai 0 dengan formula $\text{con}(N-DSM < 0, 0, N-DSM)$.

Ekstraksi nilai ketinggian tersebut digunakan perhitungan nilai maksimal (*max*) pada *N-DSM* yang tercakup pada poligon *building footprint*. Batas pada *N-DSM* dengan *building footprint* yang baik, artinya cukup tepat hampir sama antara keduanya akan menghasilkan nilai ketinggian yang tepat pula. Hal tersebut digambarkan pada gambar 6.

Tinggi bangunan yang telah diekstraksi adalah tinggi bangunan termasuk ketinggian atapnya. Sementara itu ketinggian bangunan yang akan dicari adalah tinggi pada batas dinding teratas atau pada bagian langit-langit rumah



Gambar 6. Batas *polygon building footprint* dan batas pada *N-DSM*
 Sumber: Pengolahan data (2013)

Filter untuk mengurangi bagian atap bangunan dilakukan dengan mengambil beberapa sampel atap bangunan dengan tipe yang berbeda kemudian menghitung rata-rata nilai ketinggian atapnya. Asumsi yang digunakan adalah pada jenis atap yang sama, dianggap memiliki nilai ketinggian atap yang sama. Pada bagian interpretasi Foto udara ortho telah mampu dibedakan tipe atap bangunan, yaitu antara lain terdapat tipe atap pelana, modifikasi atap pelana, atap limas, modifikasi atap limas, atap joglo, atap *flat* (datar), dan atap tipe tajugan. Ketujuh tipe atap tersebut di *reclassify* menjadi 5 kelas, dengan menggabungkan atap modifikasi kedalam tipe asalnya, yaitu atap pelana, atap limas, atap joglo, atap *flat*, dan atap tajugan. Karena pada atap *flat* tidak terdapat atap penutupnya sehingga telah menunjukkan ketinggian atap yang seharusnya, maka atap *flat* tidak diambil sampel. Sebanyak 3 sampel untuk masing-masing kelas yaitu 4 kelas tipe atap bangunan dihitung ketinggian atapnya, dibantu dengan data *N-DSM LiDAR*. Data *N-DSM* dengan data *building footprint* ditampilkan dan diambil nilai piksel tertinggi dan terendah dari atap. Hasil pengukuran tersebut disajikan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Sampel tinggi atap sebagai penyaring tinggi bangunan

No	No Bangunan	Tipe Atap	Tinggi atap paling atas (m)	Tinggi atap paling bawah (m)	Selisih (m)	Rata-rata (m)
1	1143	Pelana	8.9	6.8	2.1	2.13
2	769	Pelana	4.7	3.7	2.0	

3	1732	Pelana	10.1	7.8	2.3	
4	2159	Limas	6.9	4.5	2.4	2.33
5	1955	Limas	5.6	3.3	2.3	
6	974	Limas	6.3	3.0	2.3	
7	1180	Joglo	5.1	2.0	3.1	3.17
8	658	Joglo	5.7	2.4	3.3	
9	1080	Joglo	5.6	2.5	3.1	
10	1041	Tajugan	8.0	3.8	4.2	4.43
11	399	Tajugan	8.6	3.6	5	
12	1118	Tajugan	9.1	5.0	4.1	

Sumber : Pengolahan data (2013)

Tabel diatas menjelaskan bahwa tipe atap tajugan memiliki nilai tinggi atap paling besar dibandingkan tipe atap yang lain. Nilai rata-rata sebagai pengurangnya adalah 4.43 meter. Tinggi atap joglo rata-rata adalah 3.17 meter, lebih tinggi dari atap tipe limas dan pelana yang masing-masing memiliki tinggi 2.13 meter dan 2.33 meter. Keempat nilai tersebut digunakan sebagai nilai untuk mengoreksi tinggi bangunan sehingga didapat nilai tinggi bangunan tanpa atap.

Ekstraksi tinggi bangunan yang dilakukan pada penelitian ini adalah ketinggian bangunan tanpa bagian atap, atau pada batas ketinggian bagian yang sejajar dengan atap terendah. Untuk beberapa kajian, ketinggian pada bagian ini sangat penting dilakukan, misalnya untuk menghitung jumlah lantai bangunan seperti yang dilakukan pada penelitian ini dan telah dijelaskan pada bagian sebelumnya.

Informasi ketinggian bangunan tanpa atap sangat sulit dilakukan secara langsung dari data LiDAR. Akurasi ekstraksi sangat ditentukan oleh metode dalam mendapatkan informasi ketinggian dan juga kondisi fisik daerah kajian. Metode ekstraksi ketinggian dilakukan seperti dijelaskan pada bagian sebelumnya dan pendekatan untuk menghilangkan nilai tinggi bagian atap dengan mendasarkan pada tipe atap bangunannya. Keterbatasan tersebut merupakan bagian penting untuk perlunya diketahui seberapa baik akurasi dari ekstraksi geometri bangunan

dengan menggunakan Foto udara ortho dan data LiDAR.

Hasil perhitungan akurasi menunjukkan bahwa Foto udara ortho dan data LiDAR sangat baik untuk digunakan dalam ekstraksi tinggi bangunan. Akurasi pemetaan rata-rata yang dihasilkan mencapai 86.43%.

KESIMPULAN

1. Penggunaan Foto udara ortho dan data LiDAR sangat efektif digunakan untuk ekstraksi geometri bangunan, dalam hal ini adalah tinggi bangunan. Hal tersebut karena secara resolusi keduanya sangat mampu digunakan untuk melakukan ekstraksi tinggi secara detil sehingga hasil ekstraksi dari kedua data tersebut lebih efektif dibandingkan dengan pengukuran di lapangan. Akurasi yang dihasilkan adalah, ekstraksi tinggi bangunan mempunyai nilai akurasi 86.63%
2. Ekstraksi tinggi bangunan tanpa atap dapat dilakukan menggunakan data LiDAR dengan mengambil sampel tinggi objek atap pada setiap jenis atap bangunan untuk dikurangkan pada hasil ekstraksi tinggi awal yang masih dipengaruhi oleh tinggi atap bangunan sehingga dapat meningkatkan akurasi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Barbara, J dan McKay Archibald. (2007). Project 3: Producing Terrain Elevation with LiDAR, Diakses 26 Januari 2013 dari <http://www.personal.psu.edu/bjm359/Project3LIDARsystems.html>
- Elberink, Sander Oude dan Hans-Gerd Maas. 2000. The Use Of Anisotropic Height Texture Measures For The Segmentation of Airborne Laser Scanner Data. International Archives of Photogrammetry and remote Sensing B3, pp. 678–684.
- Harding, D. J. (2000) Principles of airborne laser altimeter terrain mapping. Diakses 26 Januari 2013 dari http://pugetsoundlidar.ess.washington.edu/laser_altimetry_in_brief.pdf
- Heng, T, S Gruber dan D.P Shrestha.(2003). Digital Terrain Analysis in Ilwis, ITC : Nedherland
- Istarno, Hartono, Dulbahri, Subaryono. (2008). Ekstraksi Bangunan dari Data LIDAR untuk Pembentukan Model Tiga Dimensi. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Neritarani, Rivi. (2013). Analisis Morfometri Bangunan untuk Evaluasi Penataan Ruang Kawasan Malioboro. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.
- Measures, R. M. (1997). Laser Remote Sensing : Present Status and Future Prospects, SPIE, vol. 305, 2-8
- Mosaic Mapping System INC .(2001). A White Paper on LiDAR Mapping. Mosaic Mapping System INC. Diakses 26 Januari 2013, dari <ftp://ftp-fc.sc.egov.usda.gov/NCGC/products/elevation/lidar-applications-whitepaper.pdf>
- National Aeronautics and Space Administration. (1998). Fact Sheets: Remote Sensing and Lasers: FS-1998-03-35-LaRC. National Aeronautics and Space Administration . Diakses 26 Januari 2013 dari <http://www.nasa.gov/centers/langley/new/factsheets/RemoteSensing.html>
- Pramono, Gatot H. (2008) Akurasi Metode IDW dan Krigging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi. Cibinong: Bakosurtanal
- Rottensteiner, F dan J.Jansa. (2002). Automatic Extraction of Building From LiDAR Data and Aerial Images. Pada : Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications. Ottawa
- Rottensteiner dan Ch. Bries. A Method for Building Extraction in Urban Areas From High-Resolution LiDAR Data :Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, Viena University of Technology, Gußhausstraße
- Ramesh, Satya. (2009). High Resolution Satellite Image and LiDAR Data for Small Area Building Extraktion and Population Estimation. University of North Texas
- Samberg A. (1997). What laser scanning can do to day : current techniques, EARSEL Advances in Remote Sensing Year Book, vol. 5, 114-119.
- Sohn, G. , Dowman. (t.t) Building Extraktion Using LiDAR DEMS and IKONOS Images, Dept. of Geomatic Engineering, University College London, Gower Street, London, WC1E 6BT UK
- Wehr , A. and Lohr, U. (1999). Airborne Laser Scanning - An Introduction and Overview. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 54, pp. 68-82
- Wechsler, Suzanne Perlitsh. (1999). Digital Elevation Model (DEM) Uncertainty: Evaluation and Effect on Topographic Parameters. ESRI User Conference, New York

PETA PERSPEKTIF 3D BANGUNAN DI SEKITAR SUNGAI PABELAN

Legenda	
Informasi dasar	Tinggi bangunan (m)
 Jalan	 2.10 - 3.29
 Sungai	 3.30 - 4.89
 Permukaan tanah	 4.90 - 10.59

