

PERBANDINGAN METODE PEMETAAN KONVENSIONAL (INTEGRASI PENGINDERAAN JAUH-SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS) DENGAN METODE *MOBILE-GIS* UNTUK ANALISA RUANG TERBUKA HIJAU PUBLIK KOTA SURAKARTA

Mahardi Setyoso Pratomo
mahardis.pratomo@yahoo.co.id

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

Abstract

Mobile-GIS is one of mapping method which can be integrated with Personal Digital Assistant and GIS application for real-time data acquisition and assumed has many advantages compare to conventional mapping method (Remote Sensing-GIS Integration) and paper using as one of instrument for data acquisition. Quickbird Imagery is used for this research to analyze Public Green Open Spaces object. The purpose of this research is (1) Exploring capabilities of Mobile-GIS for data acquisition (2) Comparing conventional mapping method and Mobile-GIS mapping method, the advantages and disadvantages (3) Exploring capabilities of Quickbird Imagery as a high spatial resolution data image for Public Green Open Spaces object acquisition that resulted key of interpretation of those Green Open Spaces object. The comparison results that both methods have each advantage and disadvantage for field mapping usage. There're several aspects that affect the usage of each methods. Combining each methods can result better outcome for field mapping activity.

Keyword: *Mobile-GIS, Conventional Mapping Method, Data Acquisition, Public Green Open Spaces, Quickbird Imagery*

Abstrak

Mobile GIS adalah salah satu metode pemetaan yang terintegrasi dengan Personal Digital Assistant dan perangkat lunak pengolah data kebumihutan untuk akuisisi data secara real-time dan diasumsikan memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan metode konvensional (integrasi Penginderaan Jauh-SIG) dan menggunakan kertas sebagai salah satu alat bantu akuisisi data. Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mengkaji kemampuan Mobile GIS untuk akuisisi data (2) Membandingkan penggunaan metode konvensional dengan Mobile-GIS, keunggulan dan kelemahan (3) Mengkaji kemampuan Citra Quickbird sebagai citrasatelit berresolusi tinggi untuk akuisisi obyek RTH Publik dengan salah satu hasil berupa kunci interpretasi. Citra Quickbird mampu mendeteksi obyek RTH Publik dengan tingkat ketelitian 85% namun rendah dalam variasi klasifikasi. Sistem Mobile-GIS mampu mengakuisisi obyek RTH Publik dengan detail namun memiliki tingkat kesulitan dalam memetakan cakupan area luas. Perbandingan dari kedua metode memiliki kelebihan dan kekurangan pada masing-masing metode. Terdapat beberapa aspek yang mempengaruhi penggunaan tiap-tiap metode. Kombinasi kedua metode diasumsikan mampu menghasilkan hasil maksimal

Kata kunci: *Mobile-GIS, metode konvensional, akuisisi data, RTH Publik, Citra Quickbird*

Pendahuluan

Fieldwork merupakan salah satu bagian dari proses kegiatan pemetaan yang memiliki peranan penting dalam membantu memahami ilmu sains kebumian maupun lingkungan (Cottingham,2002). Proses daripada kegiatan *fieldwork* tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa aspek metode yang digunakan.

Integrasi antara penginderaan jauh dan sistem informasi geografis sebagai salah satu cara untuk memahami berbagai masalah kebumian telah banyak dikembangkan hingga saat ini. Penggunaan alat survey analog hasil pengolahan spasial seperti peta kertas dan *checklist* memiliki banyak kelemahan seperti limitasi media dan berpotensi menghasilkan eror dan redundansi data saat dipindahkan menjadi aspek penting yang harus diperhatikan.

Perkembangan teknologi pemetaan terutama untuk *fieldwork* ditandai dengan penggunaan *Personal Digital Assistant* yang diintegrasikan dengan *GPS Receiver* sebagai perangkat digital pemetaan yang dapat diasosiasikan dengan data penginderaan jauh dan peta digital untuk dibawa saat *fieldwork*, sehingga emetaan dapat dilakukan secara *real-time*.

Ruang Terbuka Hijau Publik kota Surakarta merupakan salah satu obyek yang perlu mendapat perhatian khusus karena memiliki fungsi signifikan untuk menyokong ekosistem wilayah perkotaan. RTH memiliki beberapa fungsi antara lain sebagai area penyimpan air tanah, pengatur iklim mikro, mendingkan suhu kota, tempat berlindung beberapa fauna, tempat rekreasi keluar, dan estetika lansekap kota. RTH perlu mendapat penanganan khusus sebagai salah satu aset penting daerah perkotaan

Perbandingan kedua metode dalam mengkaji RTH Publik merupakan kajian yang menarik karena beruha amenilai dari beberapa aspek kelebihan dan keunggulan untuk tiap-tiap metode pada kajian oyek yang membutuhkan perencanaan maupun penanganan secara *real-time*.

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sejauh mana kemampuan citra Quickbird mampu digunakan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan suatu obyek, pada khususnya dalam penelitian ini berupa Ruang Terbuka Hijau
2. Mengkaji sudah sejauh mana teknologi mobile GIS berkembang, mampu memetakan, dan menyusun basisdata spasial, analisis dan menggantikan peta kertas serta GPS ketika dilakukan survei lapangan.
3. Membandingkan dan menganalisis keunggulan dan kelemahan metode pemetaan secara konvensional dengan pemetaan dengan menggunakan teknologi Mobile-GIS

Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Seperangkat komputer yang kompatibel dengan perangkat lunak yang digunakan.
2. Perangkat lunak yang mendukung penelitian (Geoexpress 8, Arcpad 7, Arc GIS 9.3).
3. Printer Hp Diskjet D2566 (untuk mencetak naskah dan peta).
4. GPS (*Global Positioning Sistem*).
5. Personal Digital Assistant
6. Smartphone yang terintegrasi dengan kamera digital
7. Software pengolah kata dan data (Ms.Word, Ms.Powerpoint, Ms.Exel)
8. Checklist lapangan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Citra Satelit Quickbird Kota Surakarta, Pankromatik 3 saluran spektral (biru, hijau, merah,) dengan resolusi spasial 0.6 m dan tanggal perekaman 20 Juli 2006.
 2. Peta Rencana Detil Tata Ruang dan Tata Kota Surakarta 2012 sumber BAPPEDA.
 3. Datum Geodetik Kota Surakarta sumber Badan Pertanahan Kota Surakarta
- Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan baik metode konvensional maupun metode *Mobile-GIS*

dalam memetakan obyek RTH Publik. Obyek yang diakusisi antara lain tipologi, nama RTH, lokasi, koordinat, dan kondisi RTH. Penulis membagi tahapan kerja menjadi 4 yaitu: Koreksi Geometri Citra, Penerapan Metode Konvensional dan Penerapan Metode *Mobile-GI*. Analisa perbandingan.

Koreksi Citra

Koreksi Geometri

Koreksi geometri pada citra dengan resolusi tinggi diperlukan untuk mengkondisikan agar obyek pada citra posisinya sesuai/mendekati pada posisi sebenarnya di lapangan. Koreksi geometrik pada dilakukan dengan mengambil GCP sesuai pada datum geodetik yang terdapat di kota Surakarta.

NO	NO TITIK	KOORDINAT TM 3		KOORDINAT GEODETIS				
		X	Y	LINTANG		BUJUR		
1	11.02.014	348637.994	664509.365	7	33	14.98486	S 110 50 48.71037	BT
2	11.02.015	348833.149	663873.883	7	33	35.64753	S 110 50 55.13948	BT
3	11.02.016	347073.286	663907.994	7	34	02.05237	S 110 49 57.82147	BT
4	11.02.017	347646.086	663907.541	7	33	34.67127	S 110 50 16.41972	BT
5	11.02.018	347612.515	662018.044	7	34	36.17013	S 110 50 15.51435	BT
6	11.02.019	348243.834	662588.781	7	34	17.53158	S 110 50 36.04826	BT
7	11.02.020	348320.637	661326.705	7	34	58.79938	S 110 49 33.44636	BT
8	11.02.021	344728.392	663087.258	7	34	01.65733	S 110 48 41.33829	BT
9	11.02.022	341697.525	663312.681	7	33	54.61487	S 110 47 02.46064	BT
10	11.02.023	341436.087	665196.016	7	32	53.34359	S 110 46 53.75270	BT
11	11.02.024	344344.354	663806.828	7	33	38.27559	S 110 48 28.74192	BT

Gambar 1: Tabel Datum Geodetik Kota Surakarta

Penerapan Metode Konvensional

Metode konvensional yang digunakan adalah integrasi Penginderaan Jauh-SIG dengan perlengkapan konvensional seperti peta kertas, *checklist* maupun *GPS* navigasi sebagai alat bantu akusisi data. Beberapa tahapan antara lain **Interpretasi Visual**, meliputi geometri, tipologi, luasan RTH. **Survey Lapangan** untuk memvalidasi obyek yang diinterpretasi, dilakukan uji interpretasi terhadap hasil pemetaan yang dilakukan dengan

menggunakan formulasi yang telah ditentukan sesuai rumus berikut:



Gambar 4 Citra non-kompresi – Citra Terkompresi

$$\text{Tingkat Keakuratan} = \frac{\text{Jumlah sampel yang sesuai}}{\text{Jumlah seluruh sampel}} \times 100\%$$

Tahap berikutnya adalah **Reklasifikasi** untuk menghasilkan hasil final. Pengerjaan dilakukan dengan menggunakan alat analog seperti kertas dan GPS.



Gambar 2: Peta kertas dan GPS

Penerapan Metode Mobile-GIS

Penggunaan sistem *Mobile-GIS* mengntegrasikan data citra satelit dan data spasial digital dengan perangkat yang dapat *dmobilisasi* untuk akusisi data secara *real-time*



Gambar 3: PDA dan GPS Receiver

Tahap pelaksanaan metode antara lain adalah **Transfer Data**, data yang tersimpan pada komputer diintergrasikan dnegan perangkat bergerak *PDA*, data raster yang digunakan Citra Quickbird dikompresi ke dalam format *mrSID* agar terbaca oleh *PDA*, untuk selanjutnya *PDA* diintegrsikan dengan *GPS Receiver* sehingga posisi *user* secara absolut dapat ditampilkan pada data spasial digital.

Tahap berikutnya adalah **Mobile Mapping**

secara *real-time* dengan obyek yang dipetakan meliputi geometri, luasan, tipologi, dan *geotagging* obyek

RTH Publik. Perhitungan

RMS Error dilakukan untuk mengetahui ketelitian dan pegreseran dari posisi yang ditampilkan baik pada citra satelit dan *PDA* dengan rumus:

- ✓ RMSE = Root Mean Square Error

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z_{ground.1} - Z_{digitizing.i})^2}{n-1}}$$

Z_{ground} = Titik koordinat pada citra

Z_{digitizing} = Titik koordinat pada live digitizing

- ✓ Standard Deviasi

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (|Z_{ground.1} - Z_{digitizing.1}| - \Delta Z)^2}{N}$$

Analisa Perbandingan Metode

Analisa meliputi perbandingan luasan geometri yang dihasilkan, analisa dilakukan dengan mengoverlay hasil kedua bentuk geometri yang dihasilkan dan dinilai tingkat kemiripannya. Perangkat yang mendukung tiap-tiap metode juga dianalisa meliputi perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan. Metode konvensional dan metode *Mobile-GIS* memiliki keunggulan dan kelemahan dinilai dari beberapa aspek. Aspek tersebut antara lain adalah **efisiensi waktu, aspek biaya, aspek SDM, dan aspek pemrosesan data.**

Hasil dan Pembahasan

Hasil Koreksi Geometrik

Datum Geodetik digunakan sebagai acuan untuk melakukan koreksi disurvei terlebih dahulu lokasinya. Penulis mengidentifikasi lokasi tugu datum geodetik agar ketika menentukan GCP pada citra satelit dapat ditentukan dengan akurat. Terdapat 22 GCP datum geodetik dan hasil *RMS error* untuk rektifikasi sebesar 0.1.

Akuisi Data Metode Konvensional

Interpretasi visual dan kemampuan sistem informasi geografis merupakan andalan dari metode ini. Obyek RTH Publik dapat diinterpretasi dengan baik karena memiliki resolusi spasial yang tinggi. Uji akurasi yang dihasilkan mencapai **85%** untuk tiap-tiap tipologi RTH Publik yang diinterpretasi. Kesalahan



Gambar 5 Kunci Interpretasi RTH

mayoritas terletak pada interpretasi hutan kota dan taman kota. Hasil interpretasi dan pengolahan SIG akan dicetak ke dalam kertas dan tabel *checklist*. Kesulitan muncul ketika akan melakukan *update* obyek yang diinterpretasi karena limitasi ukuran kertas sehingga obyek tidak tampak dengan jelas pada kertas, dan untuk *updating*



Gambar 6 Koreksi obyek pada peta kertas

data, media harus dicoret-coret sebelum dipindahkan pada perangkat digital.

Akuisi Data Metode *Mobile-GIS*

Pemetaan dengan metode ini dilakukan dengan tingkat mobilisasi tinggi secara *real-time* mencakup akuisi data, manajemen data spasial, perhitungan, navigasi, dan bahkan *decision making*. Penggunaan metode ini cukup baik karena posisi user dapat diinformasikan secara absolut. Selain itu data digital seperti citra satelit maupun peta digital yang digunakan saat dilapangan dapat dijadikan pembanding dalam identifikasi suatu obyek karena obyek pada citra dapat langsung diamati saat di lapangan. Karena media digital yang digunakan (PDA) maka tidak ada limitasi skala, obyek dapat ditampilkan pada skala

besar maupun kecil dengan tingkat informasi yang tereduksi secara sedikit oleh proses kompresi citra. Akuisi data dapat dilakukan secara *digitation on screen* maupun *on tracking* dan disesuaikan dengan obyek yang dipetakan. Penggunaan



Gambar 7 Akuisi Data pada sistem *Mobile-GIS*

malam hari untuk aktivitas akuisisi data juga memungkinkan karena tampilan perangkat yang mendukung penggunaan pada saat malam hari. Terdapat limitasi waktu penggunaan karena perangkat bergantung pada daya baterai selama 6-7 jam penggunaan saja.

Perbandingan Metode

- Perhitungan Ketelitian Koordinat
Hasil perhitungan ketelitian koordinat menunjukkan bahwa *RMS eror* untuk koordinat x dan y sebesar **2,3** dan **1,3** dengan Ketelitian terendah untuk koordinat X sebesar 12 dan tertinggi sebesar 1. Sedangkan ketelitian terendah untuk koordinat y sebesar 10 dan terendah 1, sehingga diasumsikan posisi yang ditampilkan bergeser ke arah barat laut dari posisi sebenarnya di lapangan
- Perbandingan Geometri
Geometri yang dihasilkan dari interpretasi visual dengan teknik *digitation on screen* jauh lebih baik jika dibandingkan dari sistem *Mobile-GIS*, hasil *tracking* cenderung melenceng keluar dari batas obyek yang dipetakan, meski sistem *Mobile-GIS* mengakomodir fitur *tracking*, namun tingkat ketelitiannya geometri jauh lebih baik pada metode konvensional



Gambar 8 Perbandingan geometri hasil kedua metode

- Perbandingan Perangkat
Perangkat digital PDA dengan Perangkat analog kertas, berdasarkan asumsi penulis, teknologi digital memang jauh lebih unggul dari teknologi analog, namun ada beberapa aspek yang teknologi digital tidak dapat mengungguli yaitu daya penggunaan, teknologi digital amat bergantung pada baterai sehingga terdapat

limitasi waktu penggunaan dimana teknologi analog tidak bergantung pada hal tersebut. Harga yang cukup mahal untuk memperoleh peralatan digital juga menjadi pertimbangan dalam penggunaan *Mobile-GIS* sebagai metode dalam akuisisi data. Penggunaan secara digital saat *fieldwork* menjadikan *Mobile-GIS* sebagai salah satu alat yang cukup efisien dalam pengolahan data spasial secara *real-time*.

- Keunggulan dan Kelemahan Metode Konvensional dan *Mobile GIS*
Penggunaan kedua metode memiliki tiap-tiap kelebihan dan kekurangan pada masing-masing penerapannya pada obyek yang dikaji saat lapangan. **Metode konvensional** yang mengandalkan sistem analog seperti kertas memiliki tahapan proses seperti pra-lapangan, lapangan, dan pasca lapangan dalam pengolahan data dimana tahap pra lapangan sangat menentukan bagaimana keberlangsungan tahapan berikutnya. Pada tahap pra lapangan pemrosesan data spasial merupakan salah satu esensi penting bagaimana obyek tersebut akan dikaji pada tahap berikutnya. Limitasi metode terletak saat *fieldwork* dengan menggunakan perangkat analog. Perangkat analog tidak dapat menyajikan data dengan maksimal karena keterbatasan pada media kertas, data tidak tersimpan secara digital sehingga perlu dikonversi menjadi format digital untuk pengolahan lanjut, proses konversi adalah proses berulang dimana terdapat potensi eror atau redundansi data tidak penting. Sistem analog juga tidak memungkinkan diseminasi data secara langsung sehingga untuk penanganan masalah spasial yang bersifat respon tanggap akan menjadi sangat terhambat jika menggunakan metode ini. **Metode Mobile-GIS** pada dasarnya memiliki tahap yang sama dengan metode konvensional yaitu tahap pra-lapangan, lapangan dan, pasca lapangan. Namun dengan asumsi efisiensi waktu yang lebih singkat. Tahap pra-lapangan diawali dengan persiapan perlengkapan (integrasi *PDA-GPS Receiver*) dan *input* data-data digital seperti citra satelit atau peta digital yang akan dibawa saat kegiatan *fieldwork*.

No	Penilaian Aspek	Metode Konvensional		Metode <i>Mobile GIS</i>	
		Keunggulan	Kekurangan	Keunggulan	Kekurangan
1	Identifikasi obyek	Akusisi obyek luas lebih cepat	Limitasi tingkat klasifikasi obyek	Akusisi data secara <i>real-time</i>	Lambat akusisi obyek dengan cakupan luasan besar
2	Diseminasi data	Data diolah dengan dengan detil pada laboratorium	Tidak dapat untuk diseminasi data <i>real-time</i> atau respon cepta	Bisa diseminasi secara <i>real-time</i> secara online	Kualitas data erpotensi tidak valid jika tidak diolah dengan baik
3	Akusisi Data	Data diperoleh dari akusisi data satelit atau institusi terkait	Data yang diperoleh bisa bersifat tidak aktual	Data diperoleh dari citra satelit, institusi maupun secara online (<i>Web Map Service</i>)	Kualitas data dari <i>Web Map Service</i> tidak selalu baik
4	Analisa Data	Data dianalisis pada laboratorium dengan seksama	Pengolahan di laboratorium untuk analisis memerlukan waktu yang lama	Tahap analisa data sebagian dapat dilakukan secara <i>real-time</i>	Pengolahan <i>real-time</i> bergantung dari kemampuan user yang menggunakan
5	Penyajian Data (<i>Layouting</i>)	Peta didesain sinformatif mungkin pada tahap pasca-lapangan	Desain peta bergantung pada kemampuan kartografer	TIDAK ADA	Proses layout sesuai pada metode konvensional
6	Kemampuan navigasi	TIDAK ADA	Tidak dapat menampilkan posisi dengan aboslut	Mampu menampilkan posisi user dengan absolut dan <i>dioverlaykan</i> dengan data digital	Ketelitian posisi ditentukan oleh perangkat yang digunakan
7	Kemampuan menyimpan data	Data simpan dalam bentuk dokumen	Jika data dioal secara digital, data harus dikonversi sehingga memakan waktu alam dan berpotensi terjadi kesalahan	Data simpan dalam bentuk digital	<i>User</i> harus memahami bagaimana cara sistem operasi untuk input data
8	Waktu pengerjaan	Waktu pengerjaan erbagi menjadi tahap-tahap yang jelas (pra-lapangan, lap., pasca-lapangan)	Waktu pengerjaan cenderung lebih lama karena setiap tahap harus dilakukan pada tahapan yang ditentukan	Waktu pengerjaan cenderung lebih cepat	Tidak ada pembagiaa tahapan yang jelas, tahap yang satu juga sebagian dapat dilakukan pada tahapan yang lain
9	Biaya	Biaya yang dikeluarkan relatif murah (cetak kertas, sewa GPS)	Kegiatan pemetaan yang berbeda, maka kertas yang digunakan juga berbeda (tidak ramah lingkungan)	Dapat digunakan untuk banyak kegiatan pemetaan (ramah lingkungan)	Biaya relatif mahal untuk sewa maupun pembelian perangkat <i>Mobile-GIS</i>
10	Kemampuan Sumber Daya Manusia	Tidak diperlukan skill khusus, user terfokus pada pemahaman ilmu kebumian	Tidak terdapat kompetensi pengembangan SDM, setiap user dapat melakukan metode tersebut	User yang memiliki kemampuan Infromatika dan disiplin ilmu kebumian, diasumsikan memiliki nilai lebih	User harus memahami kemampuan teknologi informasi dan ilmu kebumian

Tabel 1 Perbandingan keunggulan dan kedua metode

Kelemahan metode ini antara lain limitasi dalam penggunaan saat di lapangan karena terbatas pada daya baterai sehingga hanya dapat digunakan untuk batasan 6-7 jam penggunaan. Kombinasi penggunaan kedua metode tersebut diasumsikan dapat menghasilkan hasil yang maksimal

Analisa RTH Publik

Berdasarkan Rencana Detil Tata Ruang dan tata kota RTH Publik kota Surakarta telah memenuhi kuota yang dialokasin yaitu sebesar 20% dan akan terus ditingkatkan. Sebagian RTH kota Surakarta telah dimanajemen dengan baik, namun masih dijumpai beberapa RTH Publik yang tidak terawat dengan baik. Salah satunya adalah RTH Sempadan sungai. RTH Publik taman sekartaji adalah salah satu RTH Sempadan sungai dan Taman kota yang oleh pemerintah telah dirawat sehingga RTH tersebut dapat dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat sekitar. Beberapa taman kota seperti taman balekambang,taman kota Banjarsari maupun hutan kota stadion Manahan telah dimanfaatkan dnegan baik oleh warga sekitarnya sebagai tempat rekreasi maupun beraktifitas. Namun taman kota seperti taman kerten perlu mendapat perawatan khusus karena masih dijumpai sampah-sampah yang mengotori lingkungan taman.

Kesimpulan

1. Citra Quickbird mampu digunakan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan suatu obyek, pada khususnya dalam penelitian ini berupa Ruang Terbuka Hijau
2. Teknologi mobile GIS berkembang, mampu memetakan, dan menyusun basisdata spasial, analisis dan menggantikan peta kertas serta GPS ketika dilakukan survei lapangan.
3. Terdapat keunggulan dan kelemahan metode pemetaan secara konvensional dengan pemetaan dengan menggunakan teknologi Mobile-GIS sehingga kombinasi kedua metode tersebut diasumsikan dapat memberikan hasil yang maksimal

Daftar Pustaka

- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Surakarta. 2012. Laporan Penyusunan Rencana Detail Tata Ruang Kota (RDTRK) Kawasan II.Surakarta: BAPPEDA
- Cottingham,C.,M. Healey, P. Gravestock. 2002. Fieldwork in Geography, Earth and Environmental Sciences Higher Education Curriculum: An Annotated Bibliography,. United Kindgom. Geography Discipline Network, University of Gloucestershire
- Danoedoro, Projo. 1996. Pengolahan Citra Digital.. Fakultas Geografi, UGM : Yogyakarta.
- Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum. 2010. Ruang Terbuka Hijau Sebagai Unsur Utama Tata Ruang Kota 2010. Jakarta. Penerbit Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum
- El-Gamily, H., Selim, G., Hermas, E.A. 2010. Wireless Mobile Field-Based GIS Science And Technology for Crisis Management Process: A Case Study of A Fire Event Cairo, Egypt. **Jurnal Online** . The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Services (2010) 13,21-29
- Hadi Sabari Yunus. 2005. Struktur Tata Ruang Kota. 2005. Yogyakarta. Penerbit Pustaka Pelajar
- Kienast, H., Degenhardt, B., Weilenmann, B., Wager, Y., Buchecker, M. 2012. GIS-assisted Mapping of Landscape Suitability for Nearby Recreation. **Jurnal Online** . www.elsevier.com/locate/landurbplan
- Lillesand T.M. and Kiefer R.W.1997. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Terjemahan Tim Fakultas Geografi. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Menteri Dalam Negeri.2007. Peraturan Menteri Dalam Negeri Tentang Penataan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Perkotaan Jakarta. Menteri Dalam Negeri
- Pemerintah Kota Surakarta. 2010. Rencana Kerja Pemerintah Daerah Kota Surakarta Tahun 2010. Surakarta.
- Riyanto. 2010. Sistem Informasi Geografis Berbasis Mobile Tahun 2010. Yogyakarta. Penerbit Gava Media Yogyakarta
- Sutanto. 1986. Penginderaan Jauh. Jilid 1. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sutanto. 1994. Penginderaan Jauh. Jilid 2. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tsou, M-H. 2004. Integrated Mobile GIS and Wireless Internet Map Servers for Environmental Monitoring and Management. **Jurnal Online. Cartography and Geographic Information Science** , Vol.31, No.3. hal 153-165
- Wagtendonk, A.J, A.M. Richard . 2007. Sensible Field Computing:Evaluating the Use of Mobile GIS Methods in Scientific Fieldwork.. **Jurnal Online** . Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol.73, No 6, June 2007, pp.651-652. Amsterdam