

APLIKASI PEMANFAATAN CITRA SATELIT LANDSAT UNTUK MENGIDENTIFIKASI PERUBAHAN LAHAN KRITIS DI KOTA MEDAN DAN SEKITARNYA

Togi Tampubolon^{1*)}, Jeddah Yanti²,

¹Universitas Negeri Medan, Jl. Wiliem Iskandar Pasar V, Medan, 20221

²Universitas Negeri Medan, Jl. Wiliem Iskandar Pasar V, Medan, 20221

*) Email: topartam@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian dengan memanfaatkan citra satelit Landsat 5 TM dan Landsat 8 OLI dengan tujuan untuk mengidentifikasi perubahan vegetasi, suhu permukaan, lahan kritis pada tahun 1989 – 2014 di Kota Medan dan sekitarnya 03°38'00" Lintang Utara dan 98°38'00" Bujur Timur. Pengidentifikasiannya dilakukan dengan menentukan parameter lahan kritis yakni *forest canopy density*, kemiringan lereng, tingkat bahaya erosi dan manajemen lahan dengan memanfaatkan data citra satelit Landsat 5 TM dan Landsat 8 OLI *Path 129 Row 57*, Data ASTER GDEM N03E98, N03E99, N04E98, peta curah hujan, peta jenis tanah, dan peta *land use*. Metode penelitian metode *overlay* (tumpang susun). Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan tingkat kekritisan lahan di Kota Medan pada tahun 1989 sebesar 0.0002221% dengan luas 0.45 ha dan pada tahun 2014 sebesar 0.277188 % dengan luas 562.95 ha. Hal ini menunjukkan kerusakan lahan di Kota Medan mengalami peningkatan sehingga perlu dilakukannya reboisasi.

Katakunci: Lahan kritis, Landsat 5 TM, Landsat 8 OLI, *forest canopy density*, kemiringan lereng, tingkat bahaya erosi

Abstract

Research has been done by using satellite images Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI for the purpose to identify vegetation index, land surface temperature, and critical land in Medan coastal, latitude 03°38'00" N and longitude 98°30'00" E. The identification of critical land is done by determining parameter of critical land, forest canopy density, slope, level of erosion, management of land by utilizing the data of satellite imagery Landsat 8 OLI and Landsat 5 TM *Path 129 Row 57*, Data ASTER GDEM N03E98, N03E99, N04E98, map of rainfall, map of soil type, and map of land use. The research method of identifying critical land with the overlay method (overlying). The results showed increasing level of critical land in Medan coastal on 1989 to 0.000222098% dengan luas 0.45 ha and 2014 to 0.2771 % with an area of 562.95 ha. This shows the damage of land in Medan coastal increased and it needs to be reforestation.

Keywords: Critical Land, Landsat 5 TM, Landsat 8 OLI, *forest canopy density*, slope, level of erosion

1. Pendahuluan

Permukaan bumi mengalami perubahan baik secara lokal, regional bahkan global. Populasi di dunia saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat kira-kira 5,7 miliar dengan tingkat kenaikan per tahun sekitar 1,7 persen [3]. Oleh karena itu, diperkirakan jumlah manusia saat ini sekitar 2.038.115 miliar. Prediksi ini sangat mengkhawatirkan mengingat pertumbuhan manusia yang tinggi, dan hanya tersisa sedikit ruang hidup. Hal ini menyebabkan, manusia memperluas lahan hidup mereka dengan menggunakan kawasan hutan dan lahan pertanian. Perubahan penggunaan lahan oleh manusia dapat mengubah keseimbangan pertukaran karbon antara atmosfer bumi dan biosfer terrestrial [6]. Pertumbuhan penduduk, juga menyebabkan perubahan iklim dan meningkatkan tekanan di bumi. Macam-macam tekanan :

pertumbuhan kota, pertanian , penurunan kawasan hutan, hilangnya keanekaragaman hayati, percepatan degradasi lahan dan erosi tanah. Situasi ini sering terjadi didaerah dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi seperti Kota Medan di Sumatera Utara, Indonesia.

Pertumbuhan populasi manusia dan aktivitas manusia menyebabkan perubahan tutupan lahan dan penggunaan lahan. Sebagian besar wilayah vegetasi menjadi tidak bervegetasi untuk kebutuhan pemukiman penduduk. Dalam artikel kebangkitan dan kenaikan ekspansi perkotaan, analisis terbaru dari 326 studi pengulangan berdasarkan penginderaan jauh [9], laporan peningkatan lahan perkotaan di dunia hampir 600.00 Km² pada tahun 1970-2000, ini sekitar dua kali wilayah Belgia. Berdasarkan data BPS populasi penduduk Kota Medan meningkat secara signifikan pada tahun 1996 – 2000. Pada tahun 1996 populasi

penduduk di Kota Medan adalah 1.730.725 orang, pada tahun 2012 sekitar 2.122.804 orang dan pada tahun 2014 sekitar 2.970.032 orang. Meningkatnya populasi penduduk menyebabkan semakin meningkatnya kebutuhan akan pemukiman. Oleh karena itu terjadi alih fungsi lahan dari kawasan tanaman menjadi pemukiman atau manufaktur dan industri daerah.

Saat ini belum ada penelitian yang komprehensif dan spesifik yang dilakukan untuk mengamati perubahan lingkungan yang melibatkan parameter lingkungan yang dapat digunakan untuk perencanaan kegiatan analisa selanjutnya dengan perubahan penggunaan lahan dan tutupan laha, suhu, tingkat kehijauan, dan juga tingkat kekritisian lahan di Indonesia. Penelitian ini sangat penting terutama di daerah Kota Medan, karena kerusakan sporadis hutan mangrove di pinggiran Kota Medan sebagai akibat dari konservasi lahan untuk kepentingan bisnis dan keuntungan lainnya yang berorientasi kebyakan sebagai perumahan, pantai, kolam, dan bahkan perkebunan kelapa sawit dan tumpang tindih dalam pemanfaatannya untuk berbagai kegiatan pembangunan karena kurangnya perencanaan dan pengembangan tata ruang wilayah pesisir dengan manajemen pengelolahan zona pantai. Hal ini juga menyebabkan kerusakan lingkungan seperti abrasi dan pengurangan keanekaragam hayati, ini juga menimbulkan protes dari kalangan sosial. Oleh karena itu, pemerintahan yang memiliki kewajiban untuk melindungi lingkungan harus melakukan tindakan lebih lanjut untuk perencanaan, rehabilitasi, dan pemantauan wilayah, sehingga kerusakan tidak terjadi lagi di daerah lain untuk kedepannya.

Pemantauan perubahan lingkungan dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh. Penginderaan jauh memiliki kemampuan untuk mengakuisi data dengan pendekatan multi-temporal. Beberapa penelitian yang menunjukkan efisiensi penggunaan teknologi penginderaan jauh dalam memantau perubahan tutupan lahan diantaranya yakni pemantauan perubahan tutupan lahan menggunakan teknologi penginderaan jauh di Yogyakarta [5], pemantauan perubahan penggunaan lahan di Area Metropolitan Teheran di Utara dari Iran [10], dan daerah perkotaan di Tirupati, India [11]. Sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ini untuk mendapatkan informasi detail tutupan lahan dan perubahan penggunaan lahan di tanah dan wilayah pesisir Medan antara tahun 1990 – 2014 dengan menggunakan data citra satelit multi-temporal.

Penginderaan jauh dapat digunakan untuk memetakan area yang semakin luas dari tahun ke tahun karena menggunakan sistem akuisi data. Berbeda dengan survey teresterial yang membutuhkan orang untuk melakukan survei dan memetakan area, penginderaan jauh adalah sistem akuisisi data di atas permukaan bumi oleh satelit. Dengan demikian penginderaan jauh merupakan satu teknologi yang menawarkan fasilitas untuk akuisisi data baik di daerah

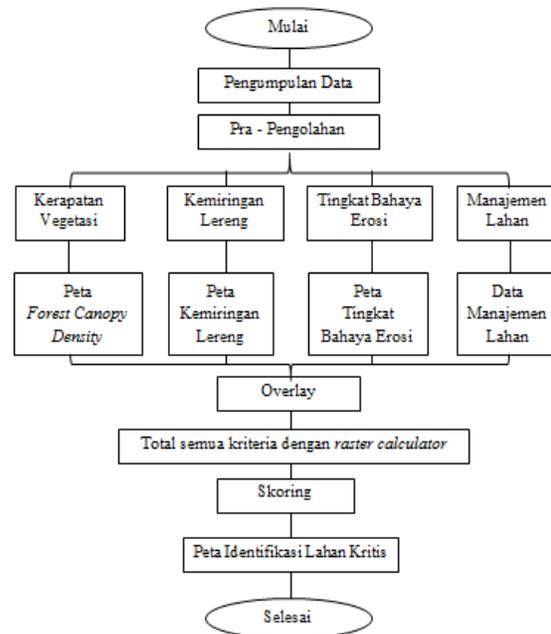
terpencil dan di area yang luas. Bahkan, beberapa data satelit bebas biaya, seperti Landsat. Data satelit penginderaan jauh terutama Landsat, banyak digunakan oleh peneliti di seluruh dunia untuk memperkirakan penggunaan lahan dan perubahan tutupan lahan di kawasan regional.

Adanya data yang akurat dan baru (*up to date*) memberikan informasi spasial mengenai kondisi lahan kritis sangat diperlukan dalam rangka memformulasikan strategi pengolahan yang komprehensif dan proposional juga semakin mempermudah dalam mengidentifikasi hingga pemetaan lahan kritis. Dengan perkembangan teknologi informasi dewasa ini maka dengan memanfaatkan format data (peta) digital akan diperoleh kemudahan dalam melakukan analisis kebutuhan. Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dilakukan mengenai pengidentifikasian lahan kritis berdasarkan parameter penentuan tingkat kekeritisian lahan dengan memanfaatkan Citra Landsat menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG) dan penginderaan jauh.

2. Metode Penelitian

2.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1, sebagai berikut



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1. Pra-processing

Proses pra-processing sebagai berikut

- a. Koreksi radiometrik menggunakan software ENVI 4.7.

- b. Melakukan pemotongan citra dengan menggunakan software ArcGIS 10.0 pada citra Landsat 5 TM untuk tahun 1989 dan Landsat 8 OLI untuk tahun 2014 dengan batas administrasi Kota Medan dan sekitarnya.
- c. Melakukan penajaman citra / komposit citra dengan software ArcGIS 10.0 pada citra Landsat 5 TM untuk tahun 1989 dan Landsat 8 OLI untuk tahun 2014.

2. Pengolahan

Proses pengolahan sebagai berikut

a. Forest Canopy Density

Cara mencari kerapatan vegetasi, yakni :

- a. Menjalankan software ENVI 4.7.
- b. Mencari AVI (*Advanced Vegetation Index*), menggunakan persamaan 1 [1] sebagai berikut

$$AVI = [(B_{Red} + 1) \times (DN - B_{Red}) \times (B_{NIR} - B_{Red})]^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

Dimana

B_{Red} = Band 3 pada Landsat 5 TM dan Band 4 pada Landsat 8 OLI

$B_{Near InfraRed}$ = Band 4 pada Landsat 5 TM dan Band 5 pada Landsat 8 OLI

Digital Number (DN) = 8 bit atau 256 untuk Landsat 5 TM dan 16 bit atau 65536 untuk Landsat 8 OLI

- c. Mencari BI (*Bare Soil Index*), menggunakan persamaan 2 [1], sebagai berikut

$$BI = \left[\frac{(B_{SWIR} + B_{Red}) - (B_{NIR} + B_{Blue})}{(B_{SWIR} + B_{Red}) + (B_{SWIR} + B_{Blue})} \right] * 100 + 100 \quad (2)$$

Dimana

B_{Blue} = Band 1 pada Landsat 5 TM dan Band 2 pada Landsat 8 OLI

B_{Red} = Band 3 pada Landsat 5 TM dan Band 4 pada Landsat 8 OLI

$B_{Near InfraRed}$ = Band 4 pada Landsat 5 TM dan Band 5 pada Landsat 8 OLI

$B_{Shortwave InfraRed}$ = Band 5 pada Landsat 5 TM dan Band 6 pada Landsat 8 OLI

- d. Mencari SI (*Shadow Index*), menggunakan citra persamaan 3 [1], sebagai berikut

$$SI = [(DN - B_{Blue}) \times (DN - B_{Green}) \times (DN - B_{Red})]^{\frac{1}{3}} \quad (3)$$

Dimana

B_{Blue} = Band 1 pada Landsat 5 TM dan Band 2 pada Landsat 8 OLI

B_{Green} = Band 2 pada Landsat 5 TM dan Band 3 pada Landsat 8 OLI

B_{Red} = Band 3 pada Landsat 5 TM dan Band 4 pada Landsat 8 OLI

- e. Mencari TI (*Temperature Index*), mengkonversi Digital Number ke nilai radiasi atau koreksi ToA pada persamaan 4 [2], kemudian menghitung TI menggunakan persamaan 5 dan 6 [9],

$$L_{\lambda} = \left(\frac{L_{max} - L_{min}}{QCAL_{max} - QCAL_{min}} \right) \times (Q_{cal} - QCAL_{min}) + L_{min} \quad (4)$$

$$TI(K) = \frac{K_2}{L_n \left(\frac{K_{\lambda}}{L_{\lambda}} + 1 \right)} \quad (5)$$

$$TI(C) = TI(K) - 273 \quad (6)$$

Dimana

L_{λ} = Koreksi Top of Atmosphere (ToA)

L_{max} = 15.303 pada Landsat 5 TM dan 22.00180 pada Landsat 8 OLI

L_{min} = 1.238 pada Landsat 5 TM dan 0.10033 pada Landsat 8 OLI

$QCAL_{max}$ = 255 pada Landsat 5 TM dan 65535 pada Landsat 8 OLI

$QCAL_{min}$ = 1 pada Landsat 5 TM dan 1 pada Landsat 8 OLI

Q_{cal} = Band Long Wavelength InfraRed, Band 6 pada Landsat 5 TM dan Band 10 pada Landsat 8 OLI

K_1 = 1260.56 pada Landsat 5 TM dan 1321.08 pada Landsat 8 OLI

K_2 = 607.6 pada Landsat 5 TM dan 774.89 pada Landsat 8 OLI

- f. Mencari VD, menggabungkan antara AVI dan BI.
- g. Mencari ASI, menggabungkan antara SI dan TI.
- h. Melakukan model pengintegrasian untuk VD dan ASI dengan menggunakan rumus FCD sehingga menghasilkan peta Forest Canopy Density (FCD).

b. Kemiringan Lereng

Cara mencari kemiringan lereng, yakni :

- a. Menjalankan software Arcgis 10.0
- b. Menginput data ASTER GDEM, kemudian lakukan surface analysis pada toolbar
- c. Mendapatkan peta persentase kemiringan lereng

c. Tingkat Bahaya Erosi

Cara mencari tingkat bahaya erosi, yakni :

- a. Erosivitas Hujan, menganalisa peta curah hujan untuk Provinsi Sumatera Utara dengan menggunakan software ArcGIS 10.0.
- b. Erodibilitas Tanah, menganalisa peta jenis tanah di wilayah Kabupaten Pakpak Bharat dengan menggunakan software ArcGIS 10.0.
- c. Panjang dan kemiringan lereng, menggunakan data Digital Elevation Map (DEM) dengan menggunakan software ArcGIS 10.0.

- d. Penutupan lahan (C), menggunakan perbandingan pola penutupan lahan yang didapat dari Departemen Kehutanan Kota Medan dan sekitarnya. Sedangkan untuk nilai konservasi tanah (P) diasumsikan tidak dilakukan, menggunakan $P = 1$, dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.0.
- e. Mengkonversi seluruh peta ke format raster dengan menggunakan *software* ArcGIS 10.0, menggabungkan semua dengan menggunakan perkalian *raster calculator*, kemudian dihasilkan peta sebaran TBE di Kota Medan dan sekitarnya.

d. Manajemen Lahan

Cara mencari manajemen lahan, yakni :

- a. Melakukan peninjauan ke tempat penelitian guna memastikan sudah terlaksananya upaya konservasi di Kota Medan dan sekitarnya.

3. Pasca Pengolahan

Proses pasca-processing dilakukan dengan melakukan

1. Mengoverlay peta tutupan lahan, peta kemiringan lereng, peta kerapatan vegetasi, peta tingkat bahaya erosi dan hasil manajemen lahan, menggunakan ArcGIS 10, melakukan penjumlahan semua kriteria, mendapatkan total skor kemudian melakukan penyesuaian sesuai dengan kriteria Departemen Kehutanan, sehingga didapatkan peta tingkat kekritisitas lahan.
2. Menghitung nilai lahan kritis untuk masing-masing kriteria pada peta lahan kritis Kota Medan dan sekitarnya untuk tahun 1989 dan 2014.

2.2 Lokasi Penelitian

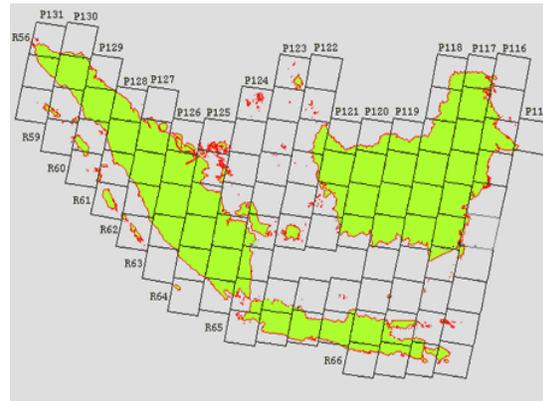
Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2, sebagai berikut



Gambar 2. Lokasi Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Nilai lahan kritis didapatkan dengan melakukan metode tumpang susun (*overlay*) pada parameter lahan kritis yakni *forest canopy density* (FCD), tingkat bahaya erosi, serta kemiringan lereng. Untuk Kota Medan dan sekitarnya, adapun *path* dan *row* yang digunakan yakni *Path* 129 dan *Row* 057 [8],

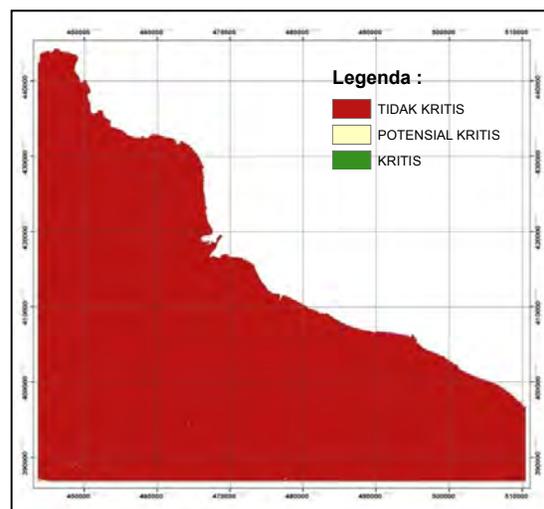


Gambar 3. Path 129 dan Row 057

Berdasarkan Dokumen Standar dan Kriteria Rehabilitasi Hutan dan Lahan Lampiran SK Menteri Kehutanan No. 20/Kpts-II/2001 (Dokumen Standar dan Kriteria RHL), klasifikasi lahan kritis dapat dibagi menjadi 5 kelas [4], sebagai berikut

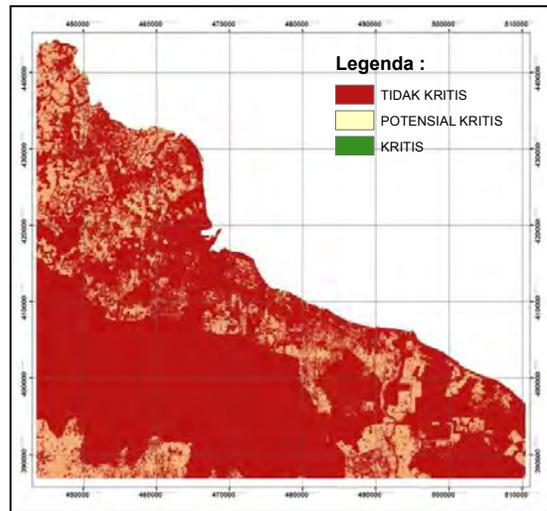
1. Tidak kritis,
2. Potensial kritis,
3. Agak kritis,
4. Kritis,
5. Sangat kritis,

Lahan kritis untuk Kota Medan dan sekitarnya pada tahun 1989, sebagai berikut



Gambar 4. Lahan Kritis tahun 1989

Lahan kritis untuk Kota Medan dan sekitarnya pada tahun 2014, sebagai berikut



Gambar 5. Lahan Kritis tahun 2014

Dari perhitungan nilai lahan kritis didapatkan 3 klasifikasi dikarenakan hasil klasifikasi untuk tahun 1989 hanya didapatkan 3 kriteria sehingga hasil tahun 2014 diserentakkan menggunakan 3 kriteria. Perubahan kenaikan alih fungsi lahan atau lahan kritis dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 1. Nilai Lahan Kritis tahun 1989 dan 2014

Tahun		Luas (ha)	Persentase (%)
1989	Kritis	0.45	0.000222098
	Potensial Kritis	86.58	0.042731588
	Tidak Kritis	202526.55	99.95704631
2014	Kritis	562.95	0.277188024
	Potensial Kritis	41749.65	20.55689312
	Tidak Kritis	160780.59	79.16591886

Berdasarkan hasil nilai persentase pada tahun 1989 dan tahun 2014 mengalami peningkatan dikarenakan semakin meningkatnya populasi makhluk hidup sehingga semakin besarnya pembukaan lahan seperti pemukiman, dll.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian , pada tahun 1989 nilai lahan kritis maksimum sebanyak 0.000222098 %, dan tahun 2014 nilai lahan kritis maksimum sebanyak 0.277188024 %. Hal ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan alih fungsi lahan atau perubahan peruntukan lahan yang menyebabkan meningkatnya persentase luasan lahan kritis di Kota Medan dan sekitarnya sehingga perlu dilakukan reboisasi atau

penghijauan kembali. Untuk melengkapi hasil penelitian ini perlu dilakukan penambahan perhitungan lahan kritis untuk tahun-tahun sebelum dan sesudahnya.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada sahabat , teman-teman serta Bapak/Ibu Dosen Fisika Unimed yang telah membantu dalam penelitian ini dan terimakasih atas kritik dan sarannya.

Daftar Acuan

- [1] Biradar, C. M., and Saran S., Forest Canopy Density Stratification : How Relevant Bipphysical Spectral Response Modelling Approach?, *Journal of Geocarto International* 20(2005), p. 1-7.
- [2] Budianto, E., *Sistem Informasi Geografis dengan ArcView GIS*, Yogyakarta, Penerbit Andi, (2010).
- [3] De Blij, H. J., and Muller, *Physical Geography of The Global Environment*, Seond Edition, USA, Oxford University Press, (1996).
- [4] Departemen Kehutanan, *Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis*, Jakarta, Departemen Kehutanan, (2013).
- [5] Dimiyati, M., Mizuno, K., and Kobayasi, S, An Analysis of Land-Use/Cover Change Using The Combination of MSS Landsat and Land Use Mape – A Case Study in Yogyakarta, Indonesia, *International Journal of Remote Sensing*, 17(1996), p. 931-944.
- [6] Donoghue, P. C. J., dan Ivan, J. S., Origin and Early Evolution of Vertebrate Skeletonization, *Microscopy Research and Technique*, University of Birmingham, 59(2002), p. 352-372.
- [7] Mallupattu, P. K., Reddy, J. R. S., Analysis of Land Use/Land Cover Change using Remote Sensing Data and GIS at an Urban Area, Tirupati, India, *The Scientific World Journal*,(2013), p. 1-6.
- [8] National Aeronautics and Space Administration, *Landsat 7 Science Data User Handbook*, NASA Press, US (2014).
- [9] Rikimaru, A., Roy, P.S, dan Miyatake, S., Tropical Forest Cover Density Mapping, *Journal of Tropical Ecology*. 43-1(2002), p. 39-47.
- [10] Seto, K., Fragkias, M., and Güneralp, B., A Meta-Analysis of Global Urban Land Expansion, *PlosOne*, 6-8(2011), p. 1-9.
- [11] Tayyebi, A., Delavar, M. R., and Saedi, J., Monitoring Land Use Change by Multi-Temporal Landsat Remote Sensing Imagery, *The International Archives of The Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVII(2008), p. 1037-1042.