



**PAPER – OPEN ACCESS**

## Aplikasi Sistem Informasi Geografis Dan Penginderaan Jarak Jauh Dalam Model Spasial Tingkat Kerawanan Konversi Lahan Hutan Di Daerah Aliran Sungai (Das) Deli

Author : Nurdin Sulistyono  
DOI : 10.32734/anr.v1i1.130  
Electronic ISSN : 2654-7023  
Print ISSN : 2654-7015

*Volume 1 Issue 2 – 2018 TALENTA Conference Series: Agricultural & Natural Resources (ANR)*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



# Aplikasi Sistem Informasi Geografis Dan Penginderaan Jarak Jauh Dalam Model Spasial Tingkat Kerawanan Konversi Lahan Hutan Di Daerah Aliran Sungai (Das) Deli

Nurdin Sulistyono<sup>a\*</sup>, Suci Arisa Purba<sup>a</sup>, Yunus Affifudin<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia*

nurdinsty2013@gmail.com

## Abstrak

Informasi berupa sebaran spasial tingkat kerawanan konversi lahan hutan di DAS Deli sangat penting untuk diketahui khususnya untuk kepentingan mitigasi konversi hutan dalam skala DAS. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan sebaran spasial tingkat kerawanan konversi lahan hutan di DAS Deli dengan memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Penginderaan Jarak Jauh (PJJ). Metodologi pemodelan spasial yang digunakan dalam penelitian ini dengan cara melakukan pembobotan dan skoring pada faktor-faktor pemicu konversi lahan hutan yakni faktor jarak dari jalan, jarak dari sungai, jarak dari pemukiman, slope, kelas ketinggian, kepadatan penduduk, tingkat pendapatan serta nilai *land rent*. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kerawanan tinggi seluas 662,13 Ha (11,42%), tingkat kerawanan sedang seluas 3.778,75 Ha (66,56%) serta tingkat kerawanan rendah seluas 1.280,64 Ha (22,02%). Daerah-daerah dengan tingkat aksesibilitas tinggi merupakan daerah prioritas dalam mitigasi konversi lahan hutan di DAS Deli, hal ini dikarenakan daerah-daerah tersebut merupakan daerah yang mempunyai tingkat kerawanan konversi lahan hutan yang tinggi.

*Kata Kunci* : kerawanan konversi lahan hutan; model spasial; DAS Deli;

## 1. Pendahuluan

Kegiatan konversi lahan hutan akan berdampak terhadap menurunnya fungsi hutan dalam menyediakan hasil hutan dan jasa lingkungan. Kerusakan sumberdaya alam hutan yang terjadi saat ini telah menyebabkan terganggunya keseimbangan lingkungan hidup daerah aliran sungai (DAS) tercermin pada sering terjadinya erosi, banjir, kekeringan, pendangkalan sungai dan waduk serta saluran rigasi [1]. Tekanan yang besar terhadap sumberdaya alam oleh aktivitas manusia, salah satunya dapat ditunjukkan dengan adanya perubahan penutupan lahan begitu cepat. Fenomena ini telah terjadi di banyak tempat di Indonesia, termasuk di DAS Deli.

Perambahan hutan banyak terjadi di kawasan yang menjadi hulu DAS Deli seperti di Kabupaten Deli Serdang dan Kabupaten Karo, tepatnya di kawasan Bekacan (Sibolangit), Kabanjahe (Brastagi). Kerusakan lingkungan di hulu DAS Deli merupakan salah satu faktor utama penyebab terjadinya banjir di Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang. Keberadaan hutan di DAS Deli sangat penting untuk dijaga mengingat hilir DAS Deli adalah Kota Medan yang merupakan daerah dengan populasi penduduk tertinggi di Provinsi Sumatera Utara [11].

Belum adanya informasi tentang tingkat kerawanan konversi lahan hutan di DAS Deli menyebabkan penanganan permasalahan konversi lahan hutan di DAS Deli kurang optimal. Analisis tingkat kerawanan lahan hutan sangat diperlukan sebagai sarana mitigasi atau pencegahan agar keberadaan hutan dengan segala fungsinya tetap terjaga. Untuk itu, diperlukan informasi yang memadai yang bisa digunakan oleh pengambil keputusan termasuk diantaranya informasi spasial berbasis SIG dan PJJ [6][8] untuk memantau tingkat kerawanan konversi hutan [13]. Bertitik tolak dari permasalahan di atas maka penelitian ini bertujuan menentukan tingkat kerawanan konversi lahan hutan di DAS Deli melalui pemodelan spasial menggunakan SIG dan PJJ.

## 2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai Juli 2010 di DAS Deli yang meliputi Kabupaten Karo, Deli Serdang, dan Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas :

- Data spasial : citra Landsat TM 7 path/row 129/58 dan 129/57 tahun 2002 dan 2009 dari Glovis, data DEM dari SRTM, peta digital administrasi DAS Deli, peta digital jalan, peta digital sungai dan peta digital kota, serta peta kawasan hutan dari Balai Pemantapan Kawasan Hutan (BPKH).
- Data non spasial : data kepadatan penduduk dan data tingkat pendapatan perkapita dari Badan Pusat Statistik (BPS).

Pengolahan data spasial pada penelitian ini menggunakan software Arc Gis dan Erdas Imagine. Analisis penutupan lahan (*land cover*) berdasarkan citra digital satelit Citra Landsat TM 7 dan Landsat TM 5 menggunakan klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dengan metode maksimum likelihood [7][11]. Peta kelas ketinggian dan kemiringan (*slope*) didapatkan dengan cara menurunkan data DEM (Digital Elevation Model) yang didapatkan dari SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission). Sementara peta jarak dari jalan, jarak dari pemukiman serta jarak dari sungai didapatkan dengan cara membuat *buffering* dengan selang jarak tertentu.

Peta kepadatan penduduk didapatkan dengan cara mengisi data attribute polygon administrasi kabupaten di DAS Deli dengan data kepadatan penduduk di daerah tersebut berdasarkan data BPS Tahun 2008. Demikian juga peta tingkat pendapatan masyarakat didapatkan dengan cara mengisi data PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) perkapita berdasarkan data BPS Tahun 2008. Sedangkan peta nilai lahan (*land rent*) didapatkan dari nilai lahan berdasarkan hasil survey lapangan. Penggunaan faktor biofisik dan faktor sosial ekonomi pada pemodelan spasial kerawanan konversi lahan pada penelitian ini didasari pada penelitian-penelitian mengenai model perubahan penutupan lahan seperti Prasetyo et al. [2][4][9][10]. Selanjutnya peta penutupan lahan hutan, peta kelas ketinggian, kelas kemiringan lahan, peta jarak dari jalan, peta jarak dari sungai, peta jarak dari pemukiman, peta tingkat kepadatan penduduk, peta tingkat pendapatan masyarakat serta peta land rent ditumpang-susunkan (*overlay*) guna mendapatkan peta tingkat kerawanan konversi lahan hutan di DAS Deli. Overlay peta-peta tersebut di atas dilakukan dengan cara melakukan skoring dan pembobotan pada masing-masing peta faktor pemicu konversi lahan hutan. Formula pembobotan yang dipakai untuk menentukan tingkat kerawanan konversi hutan di DAS Deli mengikuti persamaan (1) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Skor Akhir} = & (3 * [\text{Skor ketinggian tempat}]) + (5 * [\text{Skor kelerengan}]) \\
 & + (10 * [\text{Skor jarak dari jalan}]) \\
 & + (2 * [\text{Skor jarak dari sungai}]) \\
 & + (20 * [\text{Skor jarak dari pemukiman}]) \\
 & + (15 * [\text{Skor kepadatan}]) + (10 * [\text{Skor pendapatan}]) \\
 & + (35 * [\text{Skor land rent}])
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Tabel 1 berikut menampilkan besarnya bobot serta skor untuk masing-masing peta faktor pemicu konversi lahan hutan yang digunakan untuk menyusun peta tingkat kerawanan konversi lahan hutan yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 1: Parameter penentuan rawan konversi lahan hutan

No	Peubah	Satuan	Bobot	Kriteria dan skor
1.	Input			
a	Biofisik Lahan			
	• Ketinggian Tempat	Mdpl	3	0 mdpl -500 mdpl (10), 500 mdpl-1000 mdpl (7), 1000 mdpl -1500 mdpl (5), 1500 mdpl – 2000 mdpl (3), > 2000 mdpl(1)
	• Kelerengan lahan	%	5	0-8% (10), 8-15% (7), 15-25% (5), 25-40% (3), >40% (1)
	• Jarak dari jalan	M	10	0 m - 200 m(10), 200 m – 400 m (8), 400 m – 600 m (7), 600 m – 800 m (5), 800 m – 1000 m (4), > 1000 m (2)
	• Jarak dari sungai	M	2	0 m – 200 m (10), 200 m – 400 m (7), 400 m – 600 m (5), 600 m -800 m (2), > 800 m (1)
	• Jarak dari pemukiman	M	20	0 m – 1000 m(10), 1000 m – 2000 m (7), 2000 m – 3000 m (5), 3000 m – 4000 m (2), > 4000 m (1)
b	Sosial Ekonomi			
	• Kepadatan Penduduk	Pddk/ Km <sup>2</sup>	15	>700/ Km <sup>2</sup> (10), 600/Km <sup>2</sup> -700/Km <sup>2</sup> (8), 400 /Km <sup>2</sup> -600 /Km <sup>2</sup> (6), 300 /Km <sup>2</sup> -400/Km <sup>2</sup> (3), < 300/Km <sup>2</sup> (1)
	• Pendapatan Perkapita	Juta rupiah/th	10	< 15 (10), 15-30 (8), > 30 (4)
	• Nilai <i>Land rent</i>	Rp/m <sup>2</sup> /th	35	< Rp 1.000/m <sup>2</sup> (10), Rp 1.000/m <sup>2</sup> - Rp 5.000/m <sup>2</sup> (4), Rp 5.000/m <sup>2</sup> - Rp 10.000/m <sup>2</sup> (3), > Rp 10.000/m <sup>2</sup> (1)
2.	Output			
	Tingkat kerawanan konversi lahan	-	-	Rendah ( $\leq 350$ ), Sedang (350-500), Tinggi (>500)

Dari hasil interpretasi tingkat kerawanan konversi lahan hutan dilakukan validasi terhadap kondisi sesungguhnya di lapangan. Validasi dilakukan dengan pengecekan lapangan (*ground check*) di beberapa titik pengamatan yang dipilih secara purposive dengan tetap memperhatikan keterwakilan dan ketersebaran data menggunakan GPS (Global Positioning System).

### 3. Hasil dan Pembahasan

Tutupan lahan Berdasarkan hasil pengambilan titik di lapangan dengan GPS dan interpretasi citra Landsat TM 7 dan TM 5 yang dilakukan, menunjukkan tipe penutupan lahan di DAS Deli yang meliputi Kabupaten Deli Serdang, Kabupaten Karo dan Kota Medan adalah beragam. Tipe tutupan lahan yang ditemukan di lapangan dikelompokkan menjadi sebelas kelas tutupan lahan yaitu hutan, kebun campuran, sawit, semak belukar, pemukiman, badan air, lahan kosong, pertanian lahan kering, tambak dan sawah. Nilai Kappa accuracy klasifikasi penutupan lahan berdasarkan citra satelit Landsat TM 7 tahun 2002 dan TM 5 tahun 2009 lebih dari 85 %. Menurut Jaya [3] bahwa nilai akurasi diatas 85% berarti hasil klasifikasi dapat diterima dengan tingkat kesalahan kurang atau sama dengan 15% sehingga tidak perlu dilakukan pengklasifikasian ulang pada penutupan lahan tersebut dan dapat dibuat peta penutupan lahan dari hasil klasifikasi tersebut. Berdasarkan klasifikasi penutupan lahan yang dilakukan dapat dilihat luas hutan tahun 2009 adalah 5.721,52 Ha atau 11,82 % dari luas keseluruhan DAS Deli sebesar 48.322,56 Ha. Luas lahan hutan pada tahun 2009 ini menurun 6,06 % jika dibandingkan luas penutupan hutan tahun 2002 sebesar 8.323,70 ha (17,22%). Penurunan ini banyak terjadi pada kawasan hutan rakyat, dimana masyarakat telah banyak membuka hutan miliknya untuk penggunaan lain di luar sektor kehutanan seperti pemukiman, pertanian lahan kering serta perkebunan.

Tentunya jika hal ini dibiarkan terus-menerus bisa membahayakan fungsi ekologis hutan di DAS Deli. Penutupan lahan DAS Deli pada tahun 2002 dan tahun 2009 tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2: Klasifikasi tutupan lahan citra satelit landsat TM 7 dan TM 5 di DAS Deli tahun 2002 dan tahun 2009

No	Tutupan lahan	Luas (Ha)		Prosentase (%)	
		Th 2002	Th 2009	Th 2002	Th 2009
1	Hutan	8.323,70	5.721,52	17,22	11,82
2	Kebun campuran	3.336,84	4.549,69	6,90	9,42
3	Sawit	4.012,53	4.356,63	8,30	9,02
4	Semak belukar	5.579,37	10.528,92	11,54	21,79
5	Awan	788,37	1.108,97	1,63	2,29
6	Pemukiman	10.185,25	10.713,92	21,07	22,17
7	Badan air	300,02	1.313,54	0,62	2,72
8	Lahan kosong	7.765,98	1.352,35	16,07	2,80
9	Pertanian lahan kering	6.866,08	7.138,36	14,20	14,77
10	Tambak	724,73	923,91	1,50	1,91
11	Sawah	457,83	624,98	0,95	1,29
Total		48.322,56	48.322,56	100	100

Sumber: Hasil interpretasi citra landsat TM 7 tahun 2002 dan TM 5 tahun 2009

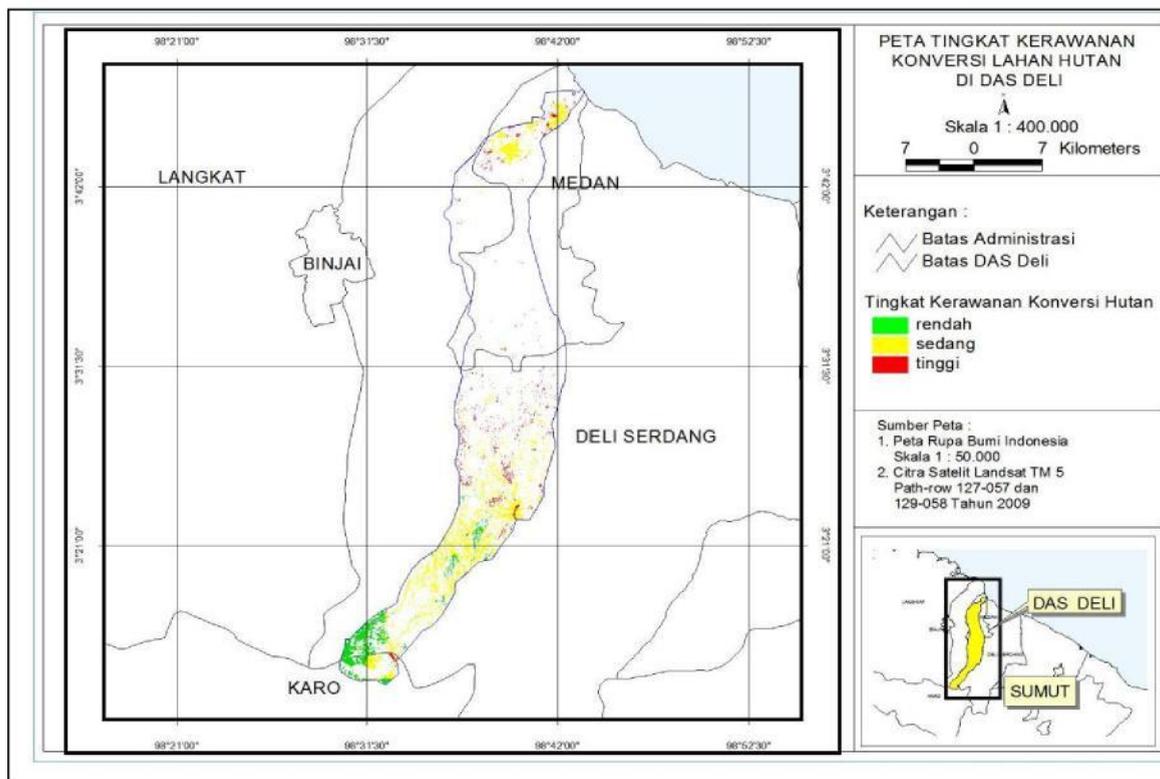
Model Spasial dan Analisis Tingkat Kerawanan Konversi Lahan Hutan Hasil pemodelan spasial tingkat kerawanan konversi lahan hutan pada kawasan berhutan di DAS Deli diklasifikasikan menjadi tiga kelas yakni tinggi, sedang dan rendah. Tabel 3 menunjukkan bahwa kelas kerawanan yang lebih dominan yaitu pada kelas kerawanan sedang dengan luas 3.778,75 Ha atau 66,56 %, untuk kelas kerawanan rendah 1.280,64 Ha atau 22,02 % dan kelas kerawanan tinggi dengan luas 662,13 Ha atau 11,42 % dari luas keseluruhan penutupan lahan hutan di DAS Deli. Hasil pemodelan spasial menunjukkan daerah-daerah penutupan hutan yang memiliki tingkat kerawanan konversi tinggi berada pada daerah-daerah dengan aksesibilitas tinggi, kepadatan penduduk tinggi, tingkat pendapatan masyarakat rendah serta nilai land rent yang rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian-penelitian Prasetyo et al. [9] Etter et al. [2] yang menyatakan faktor perubahan hutan menjadi non hutan dipengaruhi oleh faktor kedekatan atau aksesibilitas dan faktor demografi.

Tabel 3: Sebaran tingkat kerawanan konversi lahan hutan DAS Deli

No	Skor	Kelas Kerawanan Konversi	Luas (Ha)	Luas (%)
1	$\leq 350$	Rendah	1.280,64	22,02
2	350-500	Sedang	3.778,75	66,56
3	$> 500$	Tinggi	662,13	11,42
Total			5.721,52	100,00

Validasi model dilakukan terhadap kondisi sesungguhnya di lapangan yaitu dengan pengecekan kondisi sesungguhnya di lapangan yang bertujuan untuk mengetahui akurasi model tingkat kerawanan konversi hutan. Berdasarkan 63 titik pengamatan yang dipilih sebagai perwakilan dari luas daerah yang diteliti, diperoleh nilai kappa

akurasi sebesar 78,66%. Hasil pemodelan spasial kerawanan konversi lahan hutan di DAS Deli disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1: Peta tingkat kerawanan konversi lahan hutan di DAS Deli

Daerah dengan kelas rawan tinggi menyebar pada semua kecamatan di kawasan DAS Deli, di bagian hulu pada Kecamatan Berastagi, di bagian tengah pada Kecamatan Sibiru-Biru, Kecamatan Pancur Batu dan Kecamatan Namorambe yang berupa hutan rakyat, hutan produksi dan hutan suaka alam serta di bagian hilir pada Kecamatan Hamparan Perak dan Kecamatan Medan Labuhan yang berupa hutan mangrove. Berdasarkan penelitian Khairiah (2009) pola spasial hutan rakyat di Kecamatan Sibolangit, Namorambe dan Pancur Batu adalah menyebar dan pola mengelompok. Potensi hutan rakyat campuran yang terdapat di wilayah Kecamatan Sibolangit sebesar 1.193,29 Ha, di Kecamatan Namorambe sebesar 161,30 Ha dan Kecamatan Pancur Batu sekitar 326,43 Ha.

Berdasarkan SK.44/Menhut-II/2005 tentang penunjukan kawasan hutan di wilayah Provinsi Sumatera Utara, luas kawasan hutan di DAS Deli sebesar 9.664 Ha. Hasil overlay antara tingkat kerawanan konversi hutan dengan kawasan hutan di DAS Deli maka didapat informasi bahwa pada tingkat kerawanan konversi lahan hutan tinggi seluas 132,98 Ha (20,08 %) merupakan Hutan Suaka Alam (HSA) dan sisanya 529,15 Ha (79,92 %) merupakan hutan produksi dan hutan rakyat. Pada kelas kerawanan sedang, 1.862,97 Ha (49,30 %) merupakan HSA, dan sisanya 1.915,78 Ha (50,70 %) adalah hutan produksi dan hutan rakyat, sedangkan untuk kelas kerawanan rendah sekitar 1.228,37 Ha (95,92 %) termasuk HSA dan 52, 27 Ha (4,08 %) adalah hutan produksi dan hutan rakyat yang menyebar pada semua kecamatan di Kabupaten Karo dan pada Kecamatan Sibiru-biru untuk Kabupaten Deli Serdang.

Kebijakan mitigasi konversi lahan hutan khususnya di DAS Deli sangat diperlukan untuk tetap menjaga keberadaan hutan. Eksistensi hutan di DAS Deli sangat diperlukan untuk menjamin fungsi jasa lingkungan hutan dapat optimal. Berdasarkan pemodelan spasial yang dihasilkan dari penelitian ini, kebijakan mitigasi konversi lahan hutan sebaiknya lebih ditekankan pada memiliki tingkat kerawanan konversi tinggi yakni berada pada daerah-daerah dengan aksesibilitas tinggi, kepadatan penduduk tinggi, tingkat pendapatan masyarakat rendah serta nilai land rent yang

rendah. Kebijakan pengembangan wilayah di tiga kabupaten yang ada di DAS Deli harus lebih memperhatikan kelangsungan hutan yang masih ada, misalnya dengan menghindari pembukaan aksesibilitas jalan pada daerah-daerah yang masih berhutan.

#### 4. Kesimpulan

Penggunaan teknologi SIG dan PJJ dapat digunakan untuk pemodelan spasial tingkat kerawanan konversi lahan hutan di DAS Deli cukup baik dengan tingkat validasi sebesar 78,66%. Berdasarkan model spasial kerawanan konversi lahan hutan di DAS Deli didominasi oleh tingkat kerawanan konversi yang sedang, sedangkan daerah-daerah yang memiliki faktor aksesibilitas tinggi memiliki tingkat kerawanan konversi lahan hutan yang tinggi.

#### Referensi

- [1] Asdak, C. (1995). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [2] Etter A, McAlpine C, Wilson K, Phinn S, Possingham H. (2006) . Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 114(2-4), 369-386. doi : 10.1016/j.agee.2005.11.013
- [3] Jaya, I. N. S. (1997). Penginderaan Jauh Satelit untuk Kehutanan. Laboratorium Inventarisasi Hutan Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [4] Khoi, D.D, and Murayama, Y. (2010). Forecasting Areas Vulnerable to Forest Conversion in the Tam Dao National Park Region, Vietnam. *Remote Sensing Journals*. 2, 1249-1272; doi:10.3390/rs2051249. www.mdpi.com/journal/remotesensing
- [5] Khairiah, N. (2009). Pemanfaatan Citra Landsat TM 5 dalam Identifikasi Hutan Rakyat di Kecamatan Sibolangit, Kecamatan Pancur Batu dan Kecamatan Namorambe. Skripsi. Departemen Kehutanan. USU
- [6] Lillesand dan Kiefer. (1997). Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Dulbahri (Penerjemah). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [7] Otukey, J.R., and T. Blaschke, T. (2010). Land cover change assessment using decision trees, support vector machines and maximum likelihood classification algorithms. *International Journal of Applied Earth Observation and Geo information* 12, S27–S31.
- [8] Prahasta, E. (2002). Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis. Informatika, Bandung
- [9] Prasetyo L.B, Kartodihardjo H, Okarda B, Adiwibowo S, Setiawan Y. (2009). Spatial model approach on deforestation of Java Island, Indonesia. *JIFS* 6, 37 - 44.
- [10] Serra, P., Pons, X., Sauri, D. (2008). Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: A spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors, *Applied Geography* 28 (3), 189-209. doi.org/10.1016/j.apgeog.2008.02.001
- [11] Sulistyono, N., Purba R.V. (2010). Valuasi Ekonomi Hutan Sebagai Penyedia Air untuk Kebutuhan Rumah Tangga di DAS Deli Berdasarkan Biaya Pengadaan. *Prosiding : Workshop II Diseminasi Hasil Studi ITTO dan Tukar Menukar Pengalaman dalam Pemulihan Ekosistem Danau Toba*, 65 – 71. 28 Januari 2010. Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam dan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas HKBP Nommensen, Medan.
- [12] Sulistyono, N., Jaya, I.N.S., Prasetyo, L., Tiryana, T. (2015). Detection of Deforestation Using Low Resolution Satellite Images in the Islands of Sumatra 2000-2012. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)* 24 (1), 350-366.
- [13] Westen, C.J.V., Cstellanos, E., Kuriakose, S.L. (2008). Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and vulnerability assessment: An overview, *Engineering Geology* 102, (3–4), 112-131. doi.org/10.1016/j.enggeo.2008.03.010.