

THE IDENTIFICATION OF CRITICAL LANDUSE BY SATELLITE IMAGERY - A CASE OF SAMPEAN WATERSHED, INDONESIA

Sri Wahyuni¹, Gusfan Halik^{1,2}, Farid Ma`ruf¹ dan Wiwik Yunarni W¹

¹Civil Engineering Department, Engineering Faculty, Jember University, Jl. Kalimantan No 37, Kampus Tegalboto, Jember 68111, Indonesia, e-mail: sriwahyuni.teknik@unej.ac.id

²PhD candidate of Civil Engineering Department, Engineering Faculty, Institute of Technology Sepuluh Nopember (ITS), Jl. ITS Raya, 60111, Surabaya, Indonesia

ABSTRACT

The landuse changing is a complex problem as the process relates to the natural and human factors. In common cases, the changes lead to the negative results (critical landuse). This study aims to identify the critical landuse of Sampean watershed by a Free Open Source (FOS) GIS Integrated Land Water Information System (ILWIS) and Landsat 8 image. The analysis has been made on the identification of critical landuse and its influences to the magnitude of occurred flood disaster. The results showed that within the period of 2003 to 2013 the 61.7 % of Sampean watershed area was majority categorized as of potentially critical landuse while the others are moderate (13.3%), critical (1.5%), very critical (0.6%) and 22.9% in the category of non-critical landuse. These categorized levels have mostly been affected by the land management, land productivity and land cover. The efforts to land improvements should be focused to the third factor.

Keywords : critical landuse, FOSS GIS ILWIS, flood disaster

1. INTRODUCTION

Daerah aliran sungai (DAS) Sampean merupakan DAS yang melintasi 2 kabupaten (Bondowoso dan Situbondo). DAS lintas kabupaten ini mempunyai kompleksitas permasalahan yang tinggi, sehingga diperlukan pengelolaan atau manajemen DAS yang terintegrasi. Kejadian banjir di Kabupaten Situbondo tahun 2002 dan 2008 merupakan dampak nyata dari kerusakan lahan dan manajemen DAS yang tidak terintegrasi dengan baik. Penyebab utama banjir tersebut adalah terjadinya perubahan tata guna lahan (alih fungsi lahan) pada DAS bagian hulu (DAS Sampean Baru, Bondowoso), sehingga terjadi degradasi lahan. Kerusakan sumberdaya lahan di DAS Sampean Baru menuntut upaya-upaya perbaikan untuk meningkatkan kembali kualitas lahannya. Perencanaan dan manajemen penggunaan lahan secara optimal berdasarkan kesesuaian lahan dan aspek hidrologi menjadi penting dan perlu dilakukan. Beberapa peneliti terdahulu yang juga meneliti di daerah DAS Sampean adalah Arif and Indarto (2010)¹, Gusfan et.al (2010)², Januar and Indarto (2011)³.

Pengembangan perangkat lunak (software) sistem informasi geografis dan penginderaan jauh (*remote sensing*) dalam akhir dekade ini semakin

meningkat, baik yang berlisensi ataupun yang bebas (open sources). Aplikasi software menjadi kebutuhan utama sebagai alat bantu (tools) dalam sistem pengambilan keputusan (*Decision Support System*, DSS) untuk berbagai kegiatan. Namun, seiring ketatnya pelaksanaan UU No. 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta, maka pemakaian perangkat lunak untuk kegiatan yang berhubungan dengan pengolahan data citra dan data spasial harus menggunakan perangkat lunak yang berlisensi. Hal ini akan mengakibatkan tingginya biaya operasional suatu kegiatan/penelitian dikarenakan harus mengeluarkan biaya pengadaan perangkat lunak yang legal.

ILWIS adalah perangkat lunak pengolahan data GIS dan penginderaan jauh yang dikembangkan oleh ITC (International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation). ILWIS merupakan paket pengolahan citra satelit, analisa spasial dan pemetaan digital yang lengkap, terintegrasi dan mudah dipelajari. Sejak bulan Juli 2007 ILWIS mengalami alih status menjadi perangkat lunak open sources dan non komersial. Beberapa peneliti terdahulu yang menggunakan ILWIS adalah Maathuis and Westen (1988)⁴, Alejandro and Gerardo (1994)⁵.

Dalam penelitian ini ditargetkan dapat menghasilkan sistem informasi yang dapat mengidentifikasi lokasi mana saja yang merupakan

lahan kritis dan berpotensi untuk terjadi erosi. Sistem ini juga bersifat *user friendly* artinya mudah untuk dioperasikan oleh operator biasa. Selama ini di Dinas Pekerjaan Umum setempat masih belum ada sistem seperti yang akan diteliti ini, sehingga dengan berhasilnya penelitian ini akan dapat dimanfaatkan untuk pengelolaan lahan di DAS Sampean Baru. Sistem yang dibangun ini dapat mendeteksi lahan kritis dibagian daerah hulu sehingga dapat dilakukan konservasi lahan baik secara teknis maupun vegetatif. Tindakan konservasi lahan ini sangat urgen/penting dilakukan agar tidak terjadi banjir bandang dibagian hilir dari perkebunan tersebut.

Tujuan Umum penelitian ini adalah : untuk mengimplementasikan dan mendukung Gerakan “Indonesia Go Open Sources (IGOS) “, khususnya dalam penggunaan dan pengembangan sistem informasi geografis dan penginderaan jauh berbasis open sources FOSS-GIS ILWIS. Disamping itu, penelitian ini bertujuan untuk memetakan lahan kritis di DAS Sampean Baru menggunakan teknologi penginderaan jauh.

2. STUDY AREA

Penelitian ini dilakukan di DAS Sampean Baru Kabupaten Bondowoso yang terletak di Jawa Timur. Secara geografis DAS Sampean Baru terletak pada $7^{\circ}48' - 7^{\circ}58' \text{ LS}$ dan $114^{\circ}40' - 114^{\circ}48' \text{ BT}$ dengan luas $777,27 \text{ km}^2$. Kabupaten Bondowoso ini berbatasan dengan : Sebelah Utara – Kabupaten Situbondo ; Sebelah Timur – Kabupaten Banyuwangi; Sebelah Selatan – Kabupaten Jember.



Fig 1. The Location of Study⁶⁾

3. DATA AND METHODOLOGY

3.1 Tahap Inventarisasi Data

Data-data yang diperlukan pada penelitian ini adalah data sekunder yang dikumpulkan dari beberapa instansi terkait, diantaranya :

1. Data sekunder dari BAKORSURTANAL :

- a. Peta topografi digital skala 1 : 25.000
- b. Peta digital tataguna lahan skala 1 : 25.000
2. Data sekunder dari BP DAS Sampean :
 - a. Peta digital jenis tanah skala 1 : 25.000
 - b. Peta digital batas Sub DAS Sampean dan batas DAS Sampean Baru skala 1:25.000
3. Data sekunder dari UPT. PSWAS Sampean baru :
 - a. Data koordinat letak stasiun hujan
 - b. Data curah hujan harian.

3.2. Pengolahan Citra Satelit Landsat-8

Dalam tahap ini dilakukan kegiatan sebagai berikut :

- a). Dalam menyusun data spasial diperlukan data citra satelit sebagai data dasarnya. Citra satelit yang digunakan adalah citra landsat-8 yang di launching bulan Pebruari 2013 oleh NASA dan USGS. Citra satelit ini memiliki 11 band dengan resolusi spasial 15 meter (pankromatik) dan 30 meter (multispektral). Scene citra landsat-8 berukuran $185 \text{ km} \times 185 \text{ km}$. Untuk lokasi penelitian data terekam pada tanggal 19 Juni 2013.
- b). Tahap selanjutnya dilakukan pemrosesan data citra (*image processing*) untuk mengklasifikasikan data citra dengan cara mengelompokkan piksel yang belum teridentifikasi (Piwowar, 2001)⁷⁾. Metode yang digunakan adalah training area dengan *supervised classification*. Training area tersebut akan digunakan sebagai aturan untuk mengidentifikasi pixel-pixel lainnya pada citra satelit (Ramsey, 2001)⁸⁾, dalam hal ini proses identifikasi akan menggunakan tipe klasifikasi *maximum likelihood enhanced*.
- c). Pengolahan citra menggunakan perangkat lunak FOSS-GIS ILWIS. Tahapan pengolahan citra terdiri dari : koreksi geometrik dan radiometerik, penajaman citra, klasifikasi citra (metode supervised), dan survei lapangan.
- d). Membandingkan hasil deliniasi tata guna lahan dengan kondisi riil di lapangan. Pada kegiatan ini dilakukan survey lapangan atau cek ground, sehingga didapatkan sebaran tata guna lahan yang sesuai dengan kondisi sebenarnya. Survei lapangan dilakukan dengan menggunakan GPS untuk berbagai kondisi tata guna lahan.

3.3 Tahap Analisis Tingkat Kekritisan Lahan

Dalam tahap ini analisis kekritisan lahan menggunakan pendekatan, yaitu : Metode Skoring sesuai dengan Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis. Departemen Kehutanan, Direktorat Jendral Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Nomor :

SK.167/V-SET/2004 (Gambar 4.1)⁹⁾. Metode ini dijalankan dalam software FOSS-GIS ILWIS

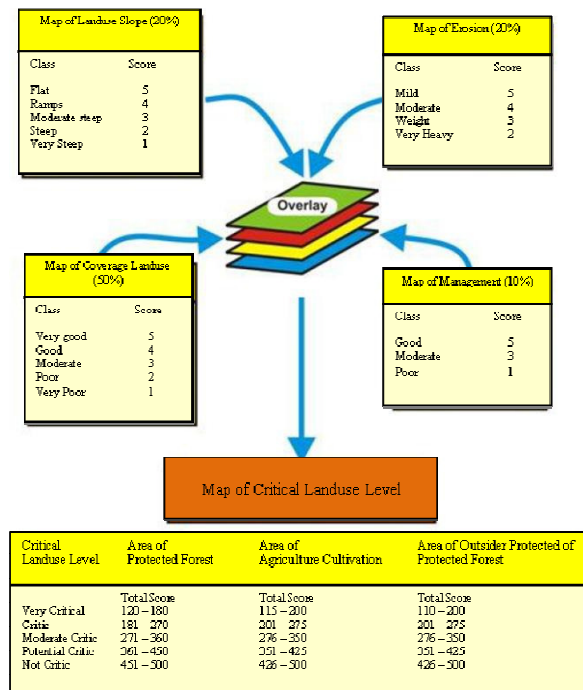


Fig 2. Critical Landuse Analysis

4. RESULT AND DISCUSSION

4.1 Pengolahan Data Citra Satelite Landsat 8

Dalam analisa spasial bentangan lahan DAS data utama yang dibutuhkan adalah :

1. Batas DAS
2. Peta Topografi DAS
3. Jaringan Sungai

Ilwis pada pemrogramannya membangun data dalam format Raster/Grid, sehingga pembentukan batas wilayah studi Cathment Areanya dalam format Grid. Proses import dilakukan untuk mengubah format data tertentu menjadi format data yang dapat dibaca oleh ILWIS. Format data yang diakses oleh ILWIS antara lain : tiff, gif, ascii, bmp, dan lain lain. Dalam penelitian ini menggunakan format data landsate 8 dalam format tiff (format ini masih menyimpan informasi georeference dan value data asli pada landsat 8).

Kombinasi pengolahan Land Use menggunakan Landsate 8 adalah menggunakan Band 4,5,2 untuk dikombinasikan sehingga menghasilkan gabungan value raster dengan hasil bacaan gelombang yang diterima oleh satelit

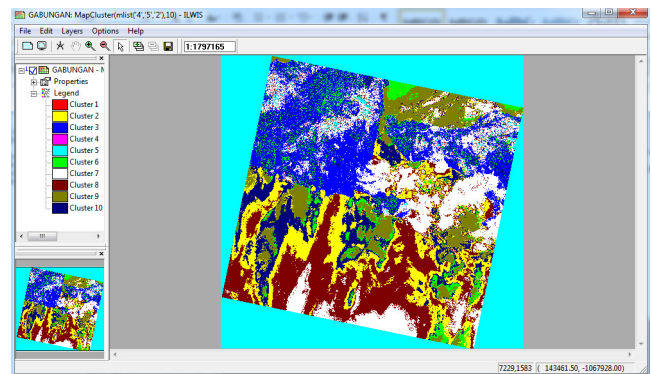


Fig 3. Kombinasi Band 4,5,2

Untuk langkah selanjutnya adalah melakukan koreksi Geometri yaitu menyesuaikan letak geografis dari hasil kombinasi diatas. Setelah dilakukan pengkoreksian geometric maka berikut ini merupakan hasil akhir persiapan Updating penggunaan lahan berdasarkan data peta Citra Landsate 2013 pada Lahan DAS Sampean Baru :

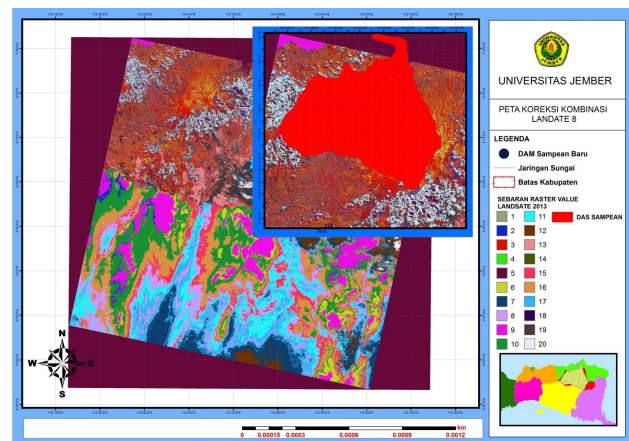


Fig 4. Hasil Peta Koreksi Kombinasi Landsat 8

Koreksi terbimbing adalah pengkoreksian value peta Cluster hasil ILWIS yaitu Peta Citra Landsat menggunakan kombinasi band 4 5 2 dengan dibandingkan dengan plotting hasil survey dilapangan. Ploting tersebut di petakan kemudian akan dilakukan overlay dengan Peta Cluster yang sudah di georeference sesuai dengan proyeksi peta WGS 84 zona 49, hasil koreksi value Peta cluster dan plotting tersebut menghasilkan kesimpulan yaitu :

1. Value 1 dan 4 adalah jenis penggunaan lahan Pemukiman
2. Value 5 adalah jenis penggunaan lahan Hutan
3. Value 2 adalah jenis penggunaan lahan Perkebunan
4. Value 3 DAN 6 adalah jenis penggunaan lahan Sawah

5. 8 dan 9 adalah tertutup Awan

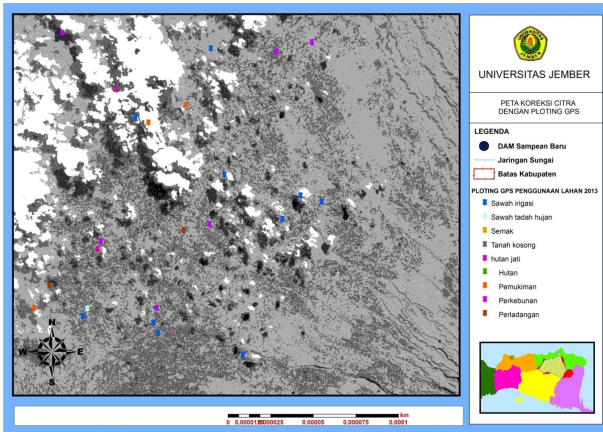


Fig 5. Peta Koreksi Citra Dengan Ploting GPS

Berikut ini adalah pemetaan dan pendataan hasil plotting survey penggunaan lahan menggunakan GPS sebagai titik koreksi pada value yang ada pada hasil Cluster Landsat 8 tahun 2013 dan hasil peta updating sesuai peta citra landsat 8 Tahun 2013.

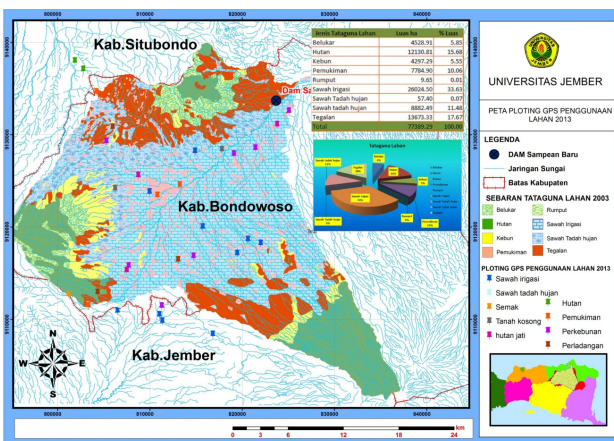


Fig 6. Peta Ploting GPS Penggunaan Lahan 2013

4.2 Penentuan Karakteristik DAS Bendung Sampean Baru

Penentuan karakteristik DAS wilayah Studi adalah yang berkaitan dengan data yang dibutuhkan sebagai parameter perhitungan Erosi, dan data tersebut menggunakan pembangunan system data berbasis GIS. Karakteristik lahan DAS yang dikaji dalam penelitian ini adalah :

1. Kelerengan Lahan DAS wilayah Studi Bendung Sampean Baru
2. Sebaran Jenis Tanah Wilayah Studi
3. Sebaran Tataguna Lahan Tahun 2003 dan Tataguna Lahan Updating Tahun 2013

4.2.1 Karakteristik Kelerengan DAS Bendung Sampean Baru

Lahan DAS bendung Sampean baru memiliki sebaran kelerengan tertinggi adalah sebesar : 74.00% - 79.69% dengan luas areal 4.05 ha, sedangkan areal dengan kemiringan lahan yang datar 0.00% - 5.693% seluas 44315.81 ha.

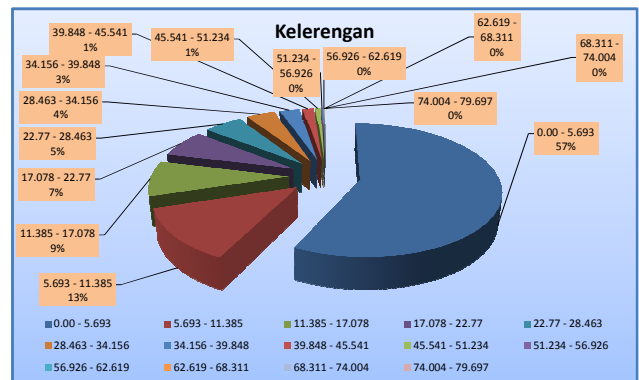


Fig 7. Prosentasi Sebaran Kelerengan Lahan DAS Sampean Baru

4.2.2 Sebaran Jenis Tanah Wilayah Studi

Lahan DAS bendung Sampean baru memiliki sebaran Jenis Tanah dengan luasan terbesar adalah jenis tanah Regosol 44134.36 ha, yang merupakan kategori jenis tanah Ringan.

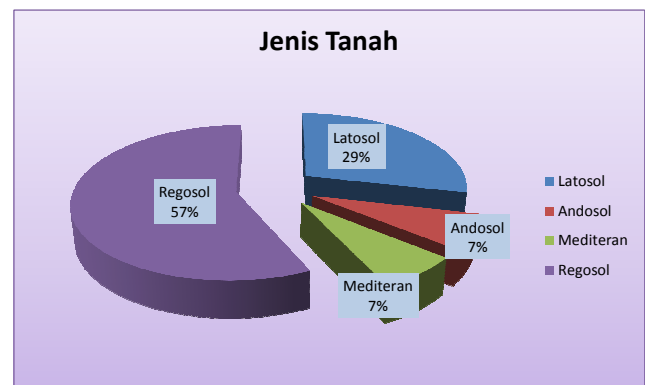


Fig 8. Prosentasi Sebaran Jenis Tanah Lahan DAS Sampean Baru

4.2.3 Sebaran Tataguna Lahan Wilayah Studi

Lahan DAS bendung Sampean baru kondisi eksisting Tahun 2003 dominan memiliki fungsi lahan untuk Sawah Irigasi dengan luas lahan Sawah 26024.50 ha.

Area wilayah hutan sebesar 15,68% lahan terbuka Padang rumput tegalan belukar secara berurutan seluas : 9.65 ha, 13673.33 ha, dan 4528.91 ha.

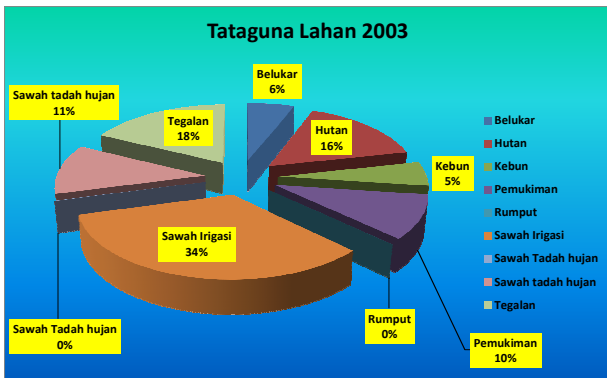


Fig 9. Prosentase Sebaran Penggunaan Lahan DAS Sampean Baru Basis Data Tahun 2003

Data base sebaran penggunaan lahan pada lahan DAS Bendung Sampean Baru kondisi saat ini dengan didekati basis data Citra Landsate 2013 menggunakan alat bantu paket program Remote Sensing ILWIS

Tabel 1. Perbedaan dan Perubahan Penggunaan Lahan 2003 dengan 2013

Penggunaan Lahan 2003	Luas Ha	Penggunaan Lahan 2013	Luas Ha	Perubahan %	% Luas	% Luas
Belukar	4528.91	Belukar	449.335	90.08	5.86	0.58
Hutan	12130.81	Hutan	12141.862	0.09	15.69	15.70
Kebun	4297.29	Kebun	4674.885	8.08	5.56	6.05
Pemukiman	7784.9	Pemukiman	9977.674	21.98	10.07	12.90
Rumput	9.65	Rumput	8.323	13.75	0.01	0.01
Sawah Irigasi	26024.5	Sawah Irigasi	30106.135	13.56	33.65	38.93
Sawah Tadah Hujan	8939.89	Sawah Tadah Hujan	4912.047	45.05	11.56	6.35
Tegalan	13673.33	Tegalan	15058.800	9.20	17.68	19.47

Berikut ini perbandingan luas penggunaan lahan Tahun 2003 dan Tahun 2013 hasil updating Peta Citra Land Sat 8.

Tabel 2. Penentuan Nilai Indeks C dan P

No	Jenis Tataguna Lahan	Luas ha	% Luas	C	P
1	Belukar	4528.91	5.85	0,3	0,75
2	Hutan	12130.81	15.68	0,005	0,9
3	Kebun	4297.29	5.55	0,2	0,43
4	Pemukiman	7784.90	10.06	0	0
5	Rumput	9.65	0.01	0.02	0.04
6	Sawah Irigasi	26024.50	33.63	0.01	0,35
7	Sawah Tadah hujan	57.40	0.07	0.01	0,35
8	Sawah tadah hujan	8882.49	11.48	0.01	0,35
9	Tegalan	13673.33	17.67	0,2	0,1
	Total	77389.29	100.00		

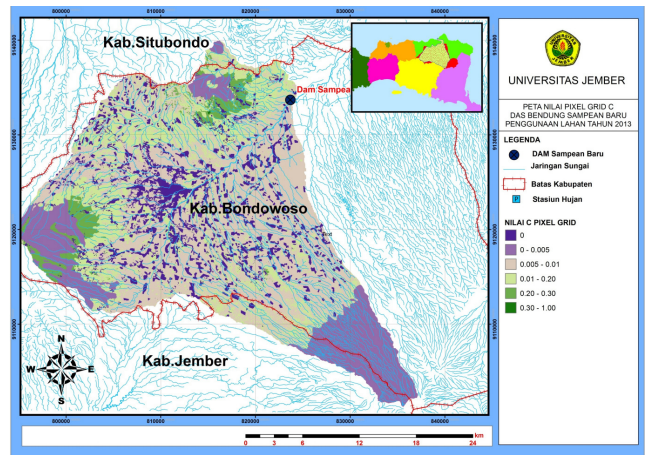


Fig 10. Peta C DAS Sampean Baru Penggunaan Lahan Tahun 2013

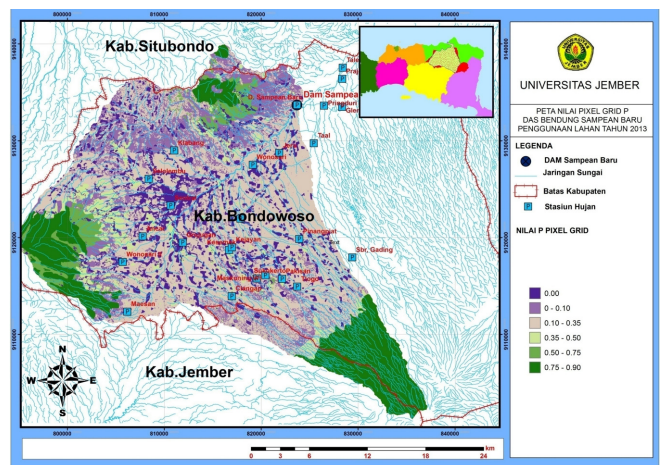


Fig 110. Peta P DAS Sampean Baru Penggunaan Lahan Tahun 2013

4.3 Pendugaan Laju Erosi Penggunaan Lahan 2013

Secara prinsip laju erosi pada suatu lahan merupakan hasil keterpaduan antara hujan yang terjadi pada lahan tersebut, sifat tanah, bentuk lahan, sistem pengelolaan tanah dan tanaman. Wischmeier dan Smith (1978) merumuskan proses besarnya erosi yang terjadi dalam bentuk Persamaan Umum Kehilangan Tanah (PUKT), atau dikenal dengan nama "Universal Soil Loss Equation (USLE)", yaitu (Arsyad, 1989:248)¹⁰ :

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

Dengan :

A = Banyaknya tanah tererosi (ton/ha/th).

R = Indeks erosivitas hujan dan aliran permukaan, tahunan (KJ/ha).

K = Faktor erodibilitas tanah (ton/KJ).

L = Faktor panjang lereng.

S = Faktor kemiringan lereng.

C = Faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman.

P = Faktor tindakan khusus konservasi tanah.

Tabel 3. Kelas Bahaya Erosi

Kelas	Bahaya Erosi (ton/ha/tahun)
I	< 15
II	15 – 60
III	60 – 180
IV	180 – 480
V	> 480

Tabel 4. Perbandingan Luas Kelas Bahaya Erosi DAS Sampean Baru Tahun 2003 dan Tahun 2013

Kelas Erosi 2003	Luas ha	Kelas Erosi 2013	Luas ha	Perbedaan	% Naik/Turun
I	36608.76	I	30169.44	-6439.32	17.59
II	16534.44	II	21179.07	4644.63	21.93
III	11060.64	III	12924.45	1863.81	14.42
IV	9117.9	IV	10198.62	1080.72	10.60
V	4067.55	V	2917.71	-1149.84	28.27

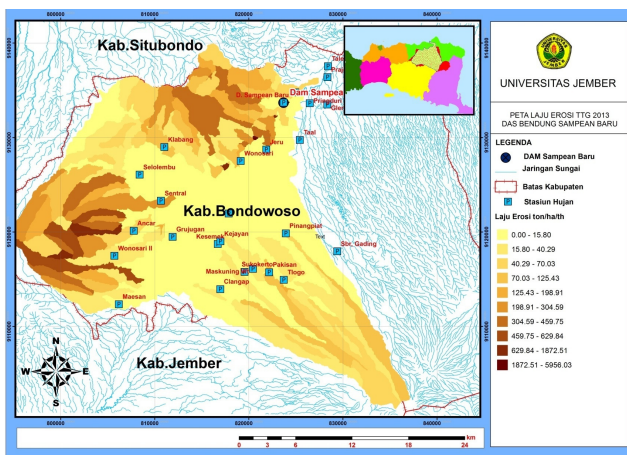


Fig 12. Peta Laju Erosi TTG 2013 DAS Bendung Sampean Baru

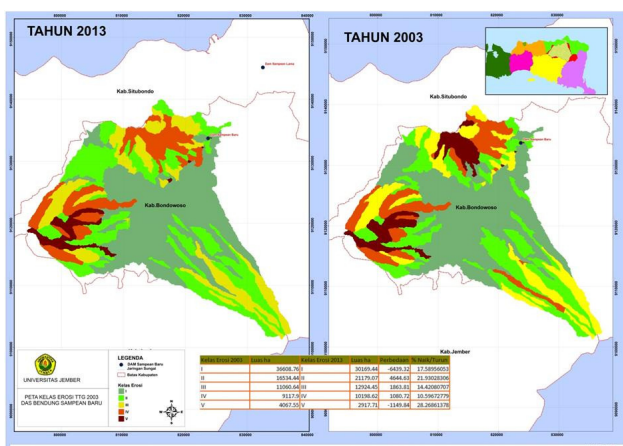


Fig 13. Perbandingan Peta Kelas Erosi TTG 2003 dan 2013 DAS Bendung Sampean Baru

5. CONCLUSION

1. Proses pengolahan citra satelit landsat 8 telah berhasil dilaksanakan, dimana proses tersebut telah melalui proses retrifikasi, pengecekan lapangan dan klasifikasi citra.
2. Peta digital elevation model (DEM), peta tata guna lahan, peta jenis dan parameter tanah telah berhasil dibuat, dimana hasilnya dapat dilihat pada list dibawah ini :
 - Luas DAS Sampean Baru = 774 km².
 - Kemiringan DAS beragam mulai dari 0 sampai dengan 79°. Dimana luasan lahan terbesar pada kemiringan 0-6°.
 - Jenis tanah adalah latosol, andosol, mediteran dan regosol. Luasan lahan terbesar berjenis tanah regosol.
 - Tata Guna Lahan adalah Belukar, Hutan, Kebun, Pemukiman, Rumput, Sawah Irigasi, Sawah Tadah hujan, Tegalan. Luasan lahan terbesar dengan peruntukkan sawah irigasi.
3. Lahan kritis yang teridentifikasi di DAS Sampean Baru adalah yang mempunyai kemiringan lereng yang curam yaitu pada kemiringan 74-79°.
4. Perubahan tata guna lahan selama 10 tahun terakhir adalah

ACKNOWLEDGMENT: The authors express their sincere thanks to Indonesian Government (DIKTI) for supporting this study.

REFERENCES

- Arif F., and Indarto, Soil Erosion Predicting Using GIS and RUSLE : Study at Sampean Watershed, Jurnal Tanah Tropika, Vol. 15, No. 2, pp. 147-152, 2010.
- Gusfan H., Wahyuni S., and Mauduide A, Dampak Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Respon Hidrograf Bajir Di Daerah Aliran Sungai Sampean Baru, Proseding Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 (KoNTeks 4), Sanur-Bali, 2-3 Juni 2010.
- Januar F., and Indarto, Application of a Multispectral SPOT Image for Land Use Classification in Sampean Watershed, Jurnal Tanah Tropika, Vol. 16, No. 2, pp. 175-181, 2011.
- Maathuis B.H.P and Van Westen C.J., Flood hazard analysis using multitemporal SPOT-XS imagery, ILWIS Application Guide, Chapter 2, 1988.
- Alejandro and Gerardo, Modelling Conservation Alternatives with ILWIS : A case Study of Volcanoes Rabbit, ITC Journal 1994-3, 1994.
- Anonim, Laporan Akhir Telaah Banjir. Lembaga Penelitian Universitas Jember. 2002.
- Piowar, Joseph M, 2001. Image Classification. <http://fes.waterloo.ca/crs/geog376/ImageAnalysis/Classification/Classification/html>.
- Ramsey, R Douglas, 2001. Image Classification and Feature Extraction. <http://www.gis.usu.edu/~doug/RS6740/lectures/index.html>.

Departemen Kehutanan. 2004. **Petunjuk Teknis
Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis.**
Departemen Kehutanan, Direktorat Jendral Rehabilitasi
Lahan dan Perhutanan Sosial. Nomor :
SK.167/V-SET/2004.

Arsyad, Sitanala. 2000. **Konservasi Tanah Dan Air.** Bogor :
IPB Press