

**PENGGUNAAN DATA PENGINDERAAN JAUH DAN SIG UNTUK PEMANTAUAN KEKRITISAN DI DAS LUK ULO HULU JAWA TENGAH
(Use of Remote Sensing Data and GIS (Geographic Information System) for Monitoring Criticalness in DAS Luk Ulo Stream, Central Java Province)**

Puguh Dwi Raharjo

Balai Informasi dan Konserwasi Kebumian Karangsembung - LIPI

Email. puguh.draharjo@yahoo.co.id

Diterima: 28 Januari 2009

Disetujui: 17 Maret 2009

Abstrak

DAS Lukulo Hulu adalah DAS yang berada di Jawa Tengah dengan koordinat 340.000 – 365.000 mT dan 916.0000 – 917.5000 mU. Aktifitas masyarakat dimungkinkan sangat mempengaruhi kondisi DAS, yaitu dengan eksploitasi sumberdaya alam (batu, pasir). Pada DAS Lukulo Hulu mempunyai 7 (tujuh) Sub DAS yaitu, DAS Lukulo, DAS Lokidang, DAS Maetan, DAS Gebang, DAS Loning, DAS Mondo, dan DAS Cacaban. Pehitungan Indeks Erosivitas Tertimbang menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis) memperlihatkan bahwa DAS Lokidang merupakan DAS kritis yang mempunyai prioritas pertama, nilai dari total Indeks Erosivitas Tertimbang sebesar 1082, 62 dengan luas DAS sebesar 3602, 705 hektar. Dari sudut pandang penutup lahan (vegetasi) dengan metode penginderaan jauh menggunakan transformasi NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) DAS Gebang, DAS Cacaban, dan DAS Lukulo merupakan DAS yang sangat mudah rusak (erosi) hal tersebut karena permukaan lahannya tidak terdapat vegetasi sehingga mudah tererosi.

Kata kunci : DAS, SIG, Indeks Erosivitas Tertimbang, Penginderaan jauh, NDVI

Abstract

Lukulo Upstream Watershed is watershed which located in Central Java with coordinate 340.000 - 365.000 mT and 916.0000 - 917.5000 mU. Human activities which still immeasurable influence the watershed condition, its exploitation of natural resouces (rocks, sand). In Lukulo Upstream Watershed there are seven sub watershed they are Lukulo sub watershed, Lokidang sub watershed, Maetan watershed, Gebang watershed, Loning watershed, Mondo watershed, and Cacaban watershed. Calculation using GIS (Geographic Information System) for deliberated erosivity index formula found that Lokidang watershed is first priority of watershed criticaly, value of the deliberated erosivity index equal to 1082,62 broadly 3602,705 hectare. While from viewpoint land cover (vegetation) with remote sensing method transformation using NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) Gehang watershed, Cacaban watershed, and Lukulo watershed are watershed which are very easy of damage (erosion) because the land surfaces was not closed by vegetation so erosion is easy.

Key Words : Watershed, GIS, deliberated erosivity index, Remote Sensing, NDVI

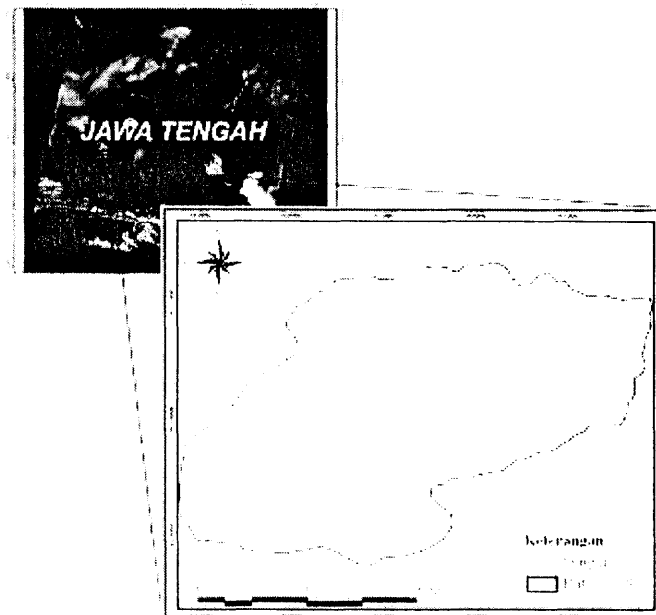
PENDAHULUAN

DAS Lukulo Hulu merupakan salah DAS yang terletak di daerah Propinsi Jawa Tengah dengan koordinat 340.000 mT – 365.000 mT dan 916.0000 mU - 917.5000 mU. DAS Lukulo hulu berada pada kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung yang telah ditetapkan oleh Kepmen ESDM No: 2817 K/40/MEM/2006 sebagai Cagar Alam Geologi 1. Wilayah Karangsambung merupakan wilayah yang fenomenal di mana di daerah tersebut terdapat berbagai macam jenis batuan, yaitu kelompok batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf yang tersingkap berumur tersier dan pratersier. Di dalam DAS manajemen lahan sangat berpengaruh pada kelangsungan dan keseimbangan DAS. Lahan selain berpotensi sebagai tempat melakukan kegiatan juga mempunyai fungsi-fungsi yang lain seperti penyedia bahan bangunan, mineral, penyedia air, udara, obyek rekreasi, penampung berbagai limbah dan juga mempunyai fungsi sosial, ekonomi 3. Kerusakan sumberdaya lahan dapat menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan DAS sehingga akan menyebabkan kerugian dalam masyarakat, seperti misalnya banjir,

kekeringan, tanah longsor, pendangkalan sungai. Iklim tropis menyebabkan terjadinya pelapukan yang intensif, pada musim kemarau banyak partikel tanah yang terurai sehingga ketika terjadi musim penghujan partikel-partikel tanah tersebut tererosi dan terendapkan di Sungai Lukulo yang merupakan sungai utama.

Aktivitas masyarakat yang beragam di wilayah ini mempengaruhi kondisi DAS, ketika masyarakat sudah terbentur dengan kebutuhan maka sumberdaya alam yang ada (bahan galian) dieksploitasi baik penambangan batuan ataupun penambangan-penambangan dari material endapan sungai. Desakan kondisi sosial masyarakat juga mempengaruhi kondisi lahan, salah satunya ditujukan dengan adanya perubahan penggunaan lahan yang berkaitan dengan vegetasi. Semakin lama kerapatan vegetasi semakin berkurang sehingga akan menyebabkan peningkatan aliran permukaan dan penurunan air tanah.

Perkembangan mengenai pengelolaan DAS informasi spasial sangat dibutuhkan, yaitu dengan melakukan pemodelan-pemodelan ataupun analisis data. Sistem Informasi Geografi (SIG) merupakan suatu penyajian



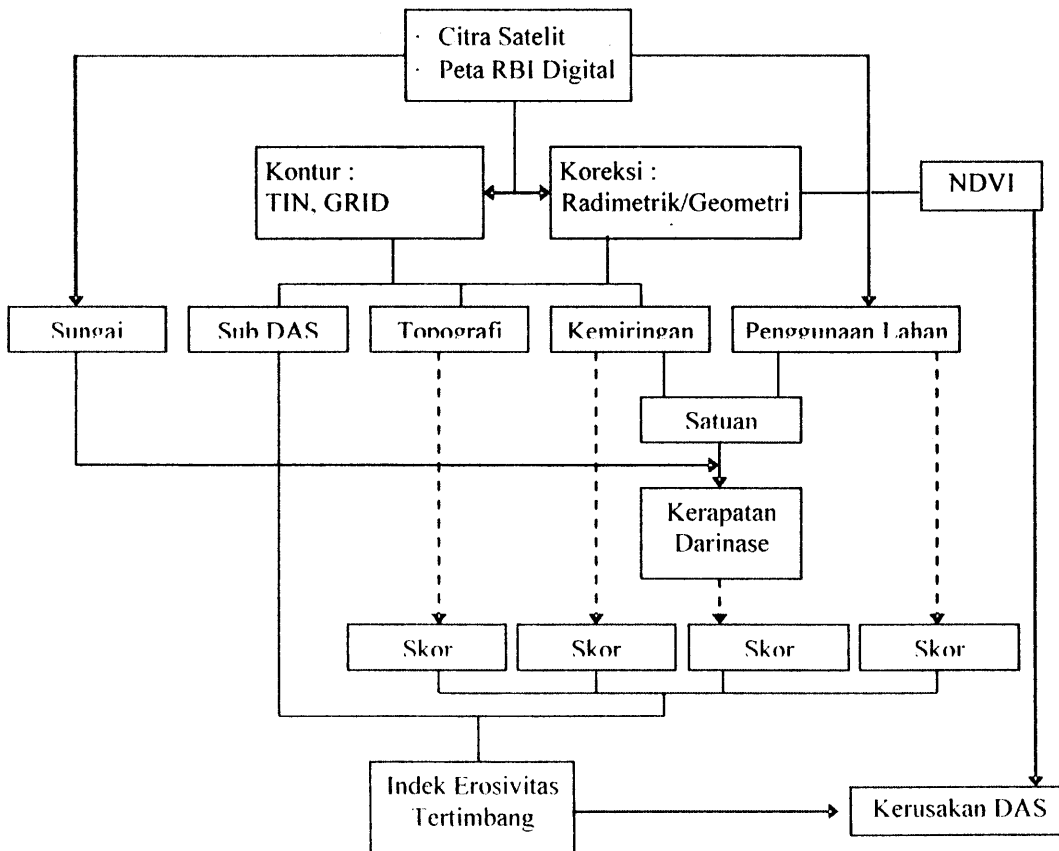
Gambar 1. Daerah Penelitian DAS Lukulo Hulu

data keruangan dengan tujuan tertentu. Dengan menggunakan analisis penginderaan jauh dan SIG maka keterbatasan mengenai lahan khususnya dalam pengelolaan DAS untuk mengetahui kekritisan DAS dapat dilakukan pengkajian. Penelitian ini dilakukan di DAS Lukulo bagian hulu yang meliputi Sub DAS Cacaban, Sub DAS Gebang, Sub DAS Lokidang, Sub DAS Loning, Sub DAS Lukulo, Sub DAS Maetan, dan Sub DAS Mondo. DAS Lukulo Hulu ini merupakan salah satu Sub DAS yang telah mengalami degradasi lahan akibat alih fungsi lahan serta penambangan sirtu, akibatnya di desa Karangsambung, desa Banioro sering terjadi banjir, serta longsor juga sering terjadi di desa Dakah. Secara Administrasi DAS Lukulo Hulu ini meliputi 3 (tiga) kabupaten, yakni Kabupaten Kebumen, Kabupaten Banjarnegara, dan Kabupaten Wonosobo 2. Gambar 1. Merupakan daerah penelitian

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bahan dan alat antara lain ; Peta RBI skala 1:25.000, Citra Landsat TM daerah penelitian, perangkat keras (hardware) berupa seperangkat komputer, perangkat lunak (software) menggunakan program ArcView 3.3 dengan penambahan tolls extensions untuk pengolahan data vektor, ENVI 4.0 untuk pengolahan data raster dan Surfer 7.0, GPS untuk menentukan dalam cekking lapangan, Abney Level untuk mengetahui kemiringan lereng di lapangan, serta kamera digital.

Analisa kekritisan lahan dapat dilakukan dengan cara menilai 4 (empat) sifat biogeofisik lapangan. Hasil dari tumpangsusun keempat faktor, yaitu faktor topografi, faktor kemiringan, faktor drainase, dan faktor penggunaan lahan akan dihasilkan satuan lahan.4



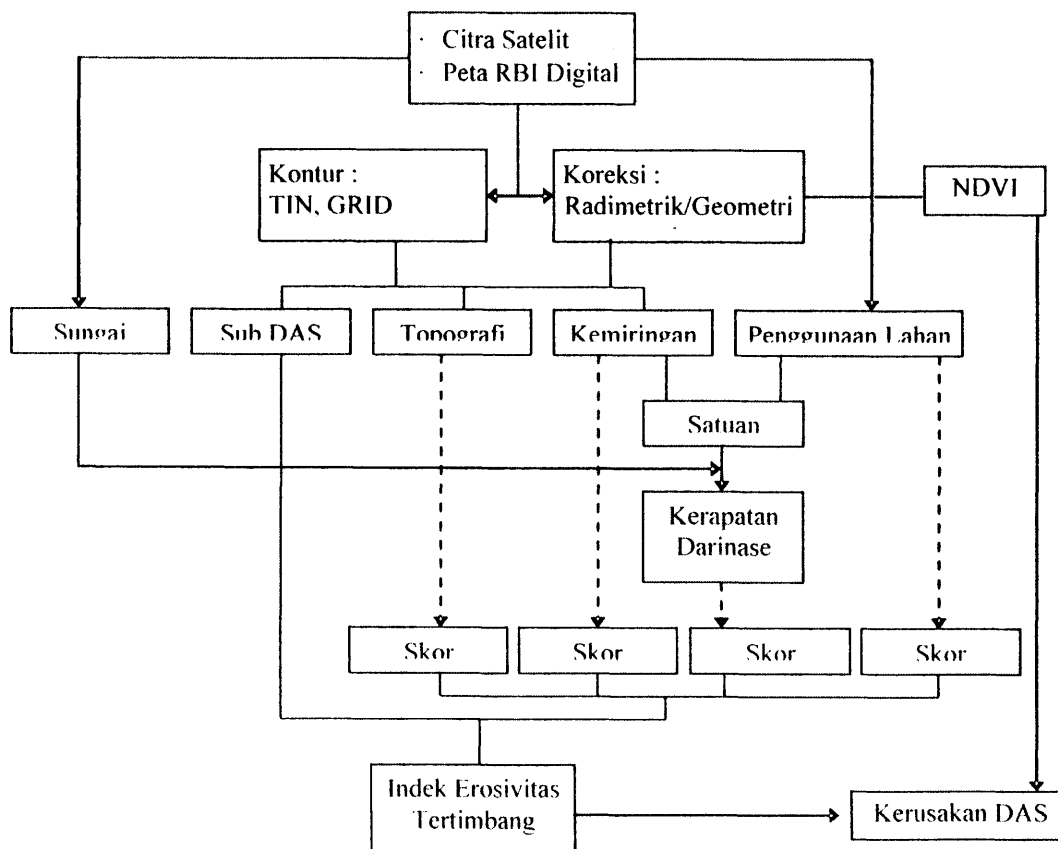
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

data keruangan dengan tujuan tertentu. Dengan menggunakan analisis penginderaan jauh dan SIG maka keterbatasan mengenai lahan khususnya dalam pengelolaan DAS untuk mengetahui kekritisitas DAS dapat dilakukan pengkajian. Penelitian ini dilakukan di DAS Lukulo bagian hulu yang meliputi Sub DAS Cacaban, Sub DAS Gebang, Sub DAS Lokidang, Sub DAS Loning, Sub DAS Lukulo, Sub DAS Maetan, dan Sub DAS Mondo. DAS Lukulo Hulu ini merupakan salah satu Sub DAS yang telah mengalami degradasi lahan akibat alih fungsi lahan serta penambangan sirtu, akibatnya di desa Karangsambung, desa Banioro sering terjadi banjir, serta longsor juga sering terjadi di desa Dakah. Secara Administrasi DAS Lukulo Hulu ini meliputi 3 (tiga) kabupaten, yakni Kabupaten Kebumen, Kabupaten Banjarnegara, dan Kabupaten Wonosobo 2. Gambar 1. Merupakan daerah penelitian

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bahan dan alat antara lain ; Peta RBI skala 1:25.000, Citra Landsat TM daerah penelitian, perangkat keras (hardware) berupa seperangkat komputer, perangkat lunak (software) menggunakan program ArcView 3.3 dengan penambahan tolls extensions untuk pengolahan data vektor, ENVI 4.0 untuk pengolahan data raster dan Surfer 7.0, GPS untuk menentukan dalam cekking lapangan, Abney Level untuk mengetahui kemiringan lereng di lapangan, serta kamera digital.

Analisa kekritisitas lahan dapat dilakukan dengan cara menilai 4 (empat) sifat biogeofisik lapangan. Hasil dari tumpangsusun keempat faktor, yaitu faktor topografi, faktor kemiringan, faktor drainase, dan faktor penggunaan lahan akan dihasilkan satuan lahan.4



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

$$LU = \{(T + S)D\}/L \dots\dots\dots(1)$$

di mana :

- Lu = Satuan Lahan
- T = Nilai skor faktor topografi
- S = Nilai skor faktor kemiringan
- D = Nilai skor bentuk drainase
- L = Nilai skor penggunaan lahan

Untuk mengetahui indek erosivitas tertimbang dalam DAS, maka digunakan rumus sebagai berikut (Sudarmadji, 1996) 5

$$ERI = Lui \times Bi \dots\dots\dots(2)$$

- ERI = Indek Erosivitas Tertimbang
- Lui = Nilai Satuan Lahan
- Bi = Persentase Bobot (luas tiap satuan lahan/luas DAS x 100%)

Data raster berupa citra satelit dikoreksi geometrik agar sesuai dengan kondisi di permukaan, dan koreksi radiometrik agar piksel-piksel dalam citra bebas dari pengaruh awan pada saat perekaman data, sehingga data dapat digunakan untuk intepretasi lebih lanjut. Terhadap data citra satelit landsat TM diintepretasi secara manual dan secara digital. Intepretasi penggunaan lahan secara digital menggunakan klasifikasi terselia (minimum distance). Faktor kemiringan, topografi serta bentuk drainase dilakukan dengan pemodelan menggunakan SIG dari input data dasar berupa data kontur. Perubahan data kontur menjadi sistem grid dimaksudkan untuk membuat arah

aliran air permukaan yaitu dengan penambahan tools extension berupa hydrology modelling pada software ArcView. Gambar 1. Merupakan diagram alir penelitian.

Data vektor berupa data garis kontur yang menghubungkan ketinggian tempat yang sama dirubah menjadi kenampakan 3 dimensional kemudian diperlukan suatu reklasifikasi data untuk memperoleh spasial yang berupa grid yang setiap pikselnya mempunyai nilai. Pemodelan data vektor dalam penelitian ini menggunakan grid sistem untuk analisis kelerengan, topografi, bentuk drainase, dan pola-pola pengaliran. Setiap parameter yaitu topografi, kemiringan, kerapatan drainase serta penggunaan lahan diberikan nilai dan skor berdasarkan kelasnya. Analisis yang dilakukan merupakan analisis spasial dari intepretasi citra dan pengolahan menggunakan SIG.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini topografi disadap melalui citra penginderaan jauh dan juga dianalisis dengan menggunakan SIG yaitu dengan membuat suatu model 3 dimensi. Hasil yang didapat dari pemetaan mengenai topografi tersebut terdapat 6 kelas, yaitu datar, berombak, berbukit, berbukit sedang, berbukit kecil, dan bergelombang. Tabel 1. Merupakan luasan topografi di DAS Lukulo Hulu.

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa luasan yang terbesar merupakan topografi bergelombang yaitu sekitar 14584,93 hektar.

Tabel 1. Luas Topografi DAS Lukulo Hulu

No	Topografi	Kelas	Skor	Luas (hektar)
1.	Datar (flat)	I	1,00	2577,54
2.	Berombak (undulating)	III	4,00	4859,90
3.	Berbukit Kecil (small hilly)	IV	3,00	1754,10
4.	Berbukit Sedang (hillocky)	V	4,00	2108,70
5.	Berbukit (hilly)	VI	5,00	785,00
6.	Bergelombang (rolling)	VII	5,00	14584,93

Sumber: Pengolahan SIG,2008

Persebaran untuk topografi bergelombang ini di daerah upstream yang merupakan daerah struktural patahan dengan batuan yang komplek. Topografi berbukit kecil, berbukit sedang dan berbukit berada pada kawasan struktural lipatan, persebarannya berada tepat pada perpindahan antara zona Pratersier dan Tersier batuan yaitu di sebelah selatan sungai dengan luasan sebesar 4847,80 hektar. Topografi berombak mempunyai luasan sebesar 4859,90 hektar dengan penyebarannya berada pada daerah antiklin Formasi Waturanda. Daerah ini mempunyai jenis batuan berupa batuan sedimen yaitu batu pasir dan batu breksi. Topografi datar berada di sekitar bentuk lahan fluvial dengan material berupa lempung, daerah ini merupakan daerah dengan tingkat kerawanan tinggi terhadap banjir dan juga pada lokasi ini banyak terdapat sedimen-sedimen yang terendapkan.

Tabel 2. Kemiringan DAS Lukulo Hulu

No	Keterangan	Skor	Luas (hektar)
1.	landai	0	3950,28
2.	agak curam	2	7455,289
3.	curam	3	8960,462
4.	sangat curam	4	3888,19
5.	terjal	5	2381,1

Sumber : Pengolahan SIG, 2008

Kemiringan pada DAS lukulo hulu ini meliputi 5 jenis, yaitu landai, agak curam, curam, sangat curam dan terjal. Tabel 2. Merupakan Kemiringan DAS Lukulo Hulu.

Dari Tabel 2. terlihat bahwa pada daerah penelitian sebagian besar merupakan daerah yang memiliki kemiringan lereng yang agak curam serta curam, apabila dilihat secara umum merupakan daerah dengan kemiringan curam sehingga respon air hujan akan banyak yang menjadi aliran permukaan, akibatnya apabila lahan tidak terkonservasi dengan baik maka keseimbangan DAS terganggu dan menyebabkan terjadinya banjir, kekeringan dan sedimentasi.

Kemiringan terjal hanya terdapat dipunggung bukit pada puncak antiklin di Formasi Waturanda, sedangkan kemiringan sangat curam terdapat di bukit-bukit yang belum banyak mengalami proses denudasi. Persebaran kemiringan lereng curam dan agak curam hampir memperlihatkan suatu keseragaman, yaitu berada pada bentukan lahan struktural, akan tetapi untuk kemiringan lereng curam sebagian besar mengelompok di bagian atas pada DAS, dan kemiringan lereng agak curam berada pada bagian tengah pada DAS. Kemiringan landai terdapat di sebagian sepanjang sungai, daerah aluvial, serta wilayah lembah antiklin. Wilayah dengan kemiringan landai ini merupakan suatu wilayah yang sering terlanda banjir ketika musim penghujan, dan juga terdapat banyak material endapan di sekitar kanan-kiri sungai.

Faktor yang ketiga dalam menentukan kekritisitas DAS ini merupakan faktor penggunaan lahan. DAS Lukulo Hulu ini mempunyai berbagai macam jenis penggunaan lahan, sebagian besar jenis penggunaan lahan masih berupa pertanian. Pertanian ini meliputi pertanian lahan basah, yaitu sawah tadah hujan dan sawah irigasi, sedangkan pertanian lahan kering meliputi tegalan dan kebun campur yang ditanami jenis tanaman buah-buahan, tanaman palawija. Pada DAS Lukulo Hulu ini masih juga terdapat hutan produksi yaitu berupa pohon pinus. Jenis penggunaan lahan terbangun meliputi pemukiman, sekolah serta perkantoran yang hanya sebagian kecil saja. Tabel 3. Merupakan Tabel Jenis Penggunaan Lahan DAS Lukulo Hulu.

Dari Tabel. 3 dapat diketahui bahwa jenis penggunaan lahan terluas yang ada di DAS Lukulo hulu adalah berupa kebun yaitu sekitar 11050,402 hektar dan jenis penggunaan lahan terkecil adalah semak yaitu sekitar 16,340 hektar.

Faktor yang keempat dalam membuat nilai erosivitas tertimbang guna mengetahui tingkat kekritisitas DAS adalah kondisi drainase sehingga diperlukan kerapatan aliran yaitu berupa percabangan sungai dalam setiap

satuan lahan. Tabel 4. merupakan tabel kondisi drainase dilihat dari sudut pandang percabangan sungai.

Tabel 3. Jenis Penggunaan Lahan DAS Lukulo Hulu

Jenis Penggunaan Lahan	Luas (hektar)
Tubuh Air	354,448
Belukar	2267,313
Semak	16,340
Hutan	776,279
Kebun	11050,402
Pasir Darat	26,731
Pemukiman	1906,475
Rumput	2,510
Sawah	764,086
Sawah Tadah Hujan	4506,368
Tanah Ladang	4964,057

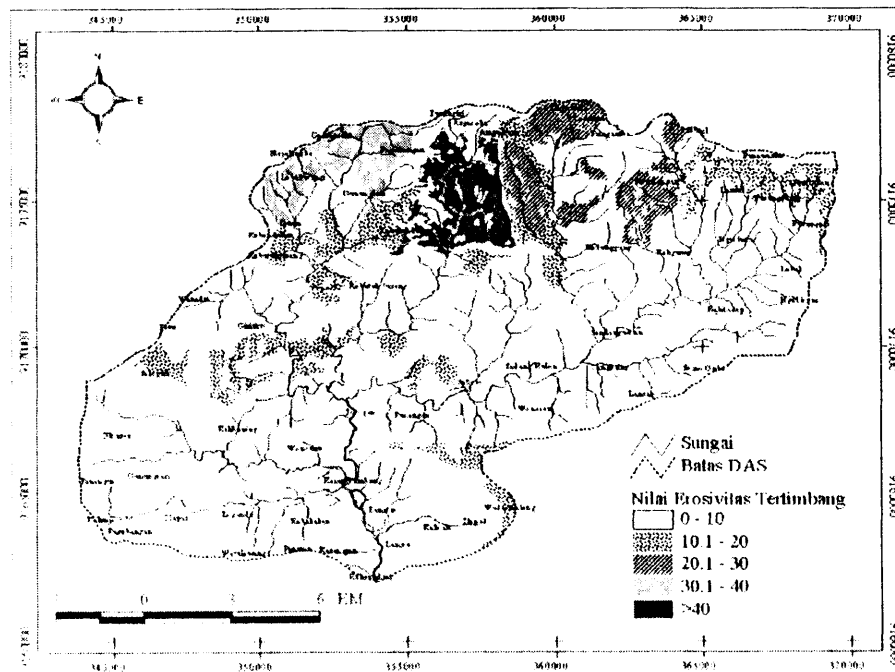
Sumber : Pengolahan SIG, 2008

Tabel 4. Tabel Kondisi Drainase DAS Lukulo Hulu

Kelas	Deskripsi	Per-cabangan	Luas (hektar)
I	Ringan	0 - 2	2713,886
II	Sedang	3 - 4	837,095
III	Kuat	5 - 9	3272,404
IV	Sangat Kuat	> 10	19812,137

Sumber : Pengolahan SIG, 2008

Dari Tabel 4. tersebut terlihat bahwa luasan yang besar terdapat pada percabangan yang paling kuat yaitu > 10 seluas 19812,137 hektar, persebaran untuk percabangan paling kuat ini berada di daerah upstream. Percabangan 5 – 9 dengan luas 3272,404 banyak terdapat di daerah dengan kemiringan curam, sedangkan percabangan sedang (3 – 4) seluas 837,095 hektar membentuk suatu pola seperti mencirikan zona batuan Tersier dan Pratersier. Peta hasil



Gambar 2. Peta Erosivitas Tertimbang DAS Lukulo Hulu

tumpangsusun dari parameter-parameter tersebut dapat dilihat pada Gambar 2. yang merupakan Peta Erosivitas Tertimbang DAS Lukulo Hulu.

Analisis yang dilakukan untuk kekritisan DAS Lukulo Hulu ini meliputi tujuh Sub DAS, Yaitu Sub DAS lukulo, Sub DAS Lokidang, Sub DAS Maetan, Sub DAS Gebang, Sub DAS Loning Sub, DAS Mondo,

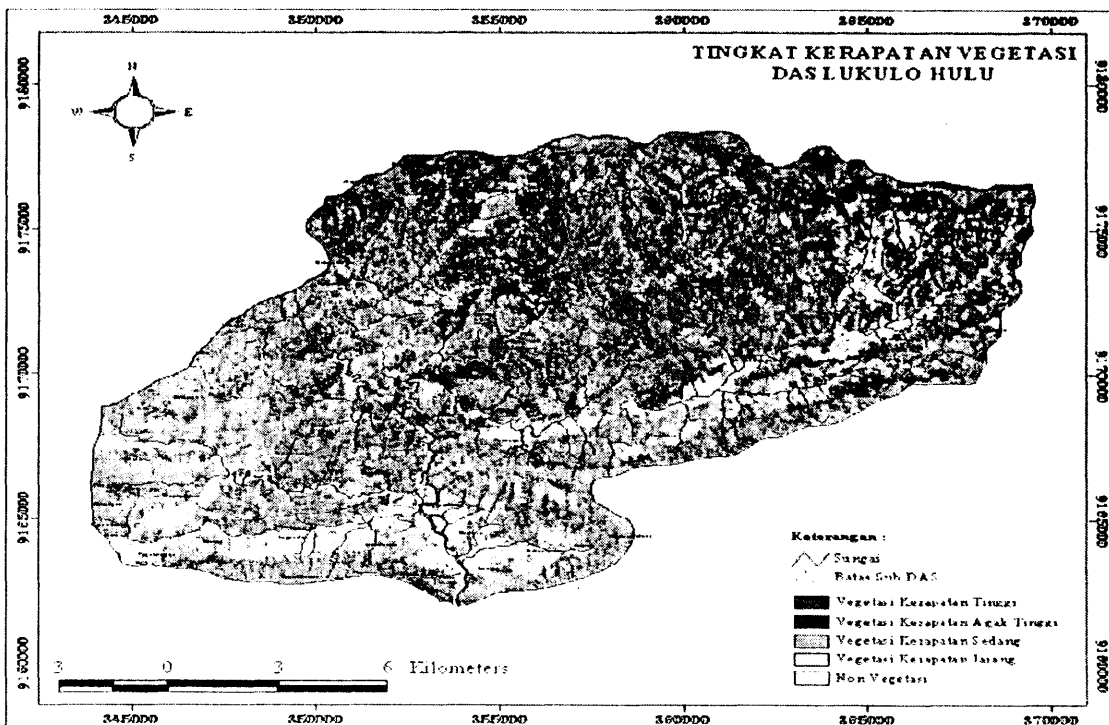
dan Sub DAS Cacaban. Hasil penentuan urutan prioritas yang didasarkan pada hasil prediksi total Indeks Erosivitas Tertimbang tiap masing-masing Sub DAS dan luasannya disajikan pada Tabel 5.

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa urutan prioritas setiap Sub DAS pada DAS Lukulo Hulu yang mengalami kekritisan. Sub DAS Lokidang mempunyai Total nilai

Tabel 5. Urutan Prioritas Berdasarkan pada hasil prediksi total Indeks Erosivitas Tertimbang tiap masing-masing Sub DAS

No.	Nama Sub DAS	Luas (hektar)	Total Indeks Erosivitas Tertimbang	Prioritas
1	DAS Lokidang	3602,705	1082,62	I
2	DAS Mondo	4749,737	468,27	II
3	DAS Loning	4008,219	388,76	III
4	DAS Lukulo	6689,482	202,34	IV
5	DAS Cacaban	2858,427	187,61	V
6	DAS Maetan	2786,028	148,74	VI
7	DAS Gebang	1940,725	72,52	VII

Sumber : Pengolahan SIG, 2008



Gambar 3. Peta Kerapatan Vegetasi DAS Lukulo Hulu

Indeks Erosivitas Tertimbang paling besar yaitu sekitar 1082,62 hal tersebut manandakan bahwa pada Sub DAS tersebut telah mengalami ketidakseimbangan lahan yang mengakibatkan kekritisan pada DAS.

Nilai indeks Erosivitas Tertimbang yang lebih besar dari 40 juga hanya terdapat di Sub DAS Lokidang. Desa-desa yang masuk pada Sub DAS Lokidang tersebut antara lain Argosoka, Ampelsari, Pasangkalan, sebagian desa Kebutuhjurang, sebagian desa Kebutuhduwur, dan sebagian desa Totogan. Lokasi Sub DAS Lokidang ini berada pada daerah Komplek Melange yang merupakan wilayah dengan batuan pratersier yang keras dan terdapat berbagai macam jenis batuan.

Prioritas yang terakhir adalah Sub DAS Gebang yang berada di bagian hilir DAS. Luasan yang sangat kecil dan mempunyai bentuk DAS memanjang, sehingga waktu konsentrasi yang terjadi akan lambat dan hanya sedikit percabangan sungainya. Urutan prioritas kekritisan DAS tersebut seiring dengan tingkat luasannya, semakin luas Sub DAS maka jenis dari setiap parameter semakin kompleks dan nilai yang dihasilkan semakin tinggi pula.

Untuk mengetahui kondisi tutupan kerapatan vegetasi di DAS Lukulo Hulu maka digunakan analisis transformasi NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Hasil yang didapat bahwa Digital Number hasil proses transformasi NDVI minimal -0.594 dan maksimal 0.398. Gambar 3. merupakan peta hasil transformasi NDVI sebagai tingkat kerapatan vegetasi DAS Lukulo Hulu.

Dari peta tersebut (gambar. 3) terlihat bahwa tutupan lahan vegetasi jarang dan non vegetasi banyak ditemukan di Sub DAS Gebang, Sub DAS Cacaban, serta Sub DAS Lukulo, vegetasi sangat berpengaruh dalam menahan laju aliran permukaan, aliran permukaan yang tinggi menyebabkan tertorehnya permukaan lahan sehingga akan memperbesar laju erosinya. Hasil perhitungan

untuk total Indeks Erosivitas Tertimbang untuk Sub DAS Gebang mempunyai prioritas terakhir, hal ini disebabkan karena Sub DAS Gebang mempunyai luasan yang kecil dan bentuk DAS yang memanjang, sehingga aliran air permukaan pada DAS tersebut lamban dan kecil untuk mencapai puncak debit.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa :

Tingkat kerusakan DAS dapat diketahui dan dipantau dengan menggunakan data penginderaan jauh dan pemodelan menggunakan SIG. Secara garis besar DAS Lukulo memiliki tujuh Sub DAS yang masing-masing mempunyai prioritas tingkat kerusakan.

Dengan menggunakan SIG maka didapat bahwa Sub DAS Lokidang merupakan DAS dengan prioritas pertama yang memiliki tingkat kerusakan.

Tingkat kerusakan dari sudut pandang tutupan lahan vegetasi maka Sub DAS Gebang, Sub DAS Cacaban, dan Sub DAS Lukulo adalah Sub DAS yang sangat mudah mengalami kerusakan (erosi) karena banyak permukaan lahan yang tidak tertutup dengan vegetasi sebagai penahan laju erosi.

Hasil pengukuran debit sedimen dilapangan didapatkan bahwa Sub DAS Gebang dan Sub DAS Cacaban merupakan Sub DAS yang memiliki nilai debit sedimen tertinggi yaitu 96,75 ton/ha/thn dan 65,65 ton/ha/thn, hal ini dikarenakan adanya penambangan batuan yang mempengaruhi muatan sedimen.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C, 1995, Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
Laporan Teknis Proyek Pesisir TE-02/13-I, CRC/URI. 2002. Kajian Erosi dan

- Sedimentasi Pada DAS Teluk Balikpapan Kalimantan Timur. Jakarta, dikutip dari www.crc.uri.edu
- Peta Geologi Skala 1:100.000 Tahun 1992. Pusat Penelitian dan Pengembangan ITB, Bandung
- SK Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor : 2817 K/40?MEM/2006
- Sudarmadji, T., 1996. Kajian Aspek Biofisik untuk Penyusunan Pola Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (P-RLKT). Studi Kasus di Sub-Sub DAS Kedang