

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS SEBARAN KEKRITISAN LAHAN DI KABUPATEN KUDUS

Zed Nahdi^{1*}, Hendy Hendro HS.¹, Hadi Supriyo¹, Solekhan²

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Muria Kudus
Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352

² Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352

*Email: zednahdi9156@yahoo.com

Abstrak

Pengelolaan lahan harus sesuai dengan kemampuan lahan agar tidak menurunkan produktivitas lahan dengan salah satu jalan perencanaan penggunaan lahan yang sesuai dengan kemampuannya. Lahan merupakan sumber daya yang sangat penting untuk memenuhi segala kebutuhan hidup, sehingga dalam penggunaan lahan sering tidak memperhatikan kelestariannya terutama pada lahan-lahan yang mempunyai keterbatasan, baik keterbatasan fisik maupun kimia. Lahan kritis adalah kondisi lahan yang terjadi karena tidak sesuai kemampuan lahan dengan penggunaan lahannya, sehingga mengakibatkan kerusakan lahan secara fisik, khemis, maupun biologis. Untuk menanggulangi adanya lahan kritis perlu dilakukan rehabilitasi lahan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan dan menginventarisasi lahan di kawasan Muria khususnya di Kabupaten Kudus berbasis aplikasi sistim informasi geografis (SIG).

Kata kunci: model, pemetaan, spasial, temporal

1. PENDAHULUAN

Lahan merupakan sumber daya yang sangat penting untuk memenuhi segala kebutuhan hidup, sehingga dalam pengelolaannya harus sesuai dengan kemampuannya agar tidak menurunkan produktivitas lahan dengan salah satu jalan perencanaan penggunaan lahan yang sesuai dengan kemampuannya. Dalam penggunaan lahan sering tidak memperhatikan kelestarian lahan terutama pada lahan- lahan yang mempunyai keterbatasan-keterbatasan fisik, kimia maupun biologis (Asyk, 1995 dan Sumariyanto, 1995).

Lahan tidak terlindung dari pukulan air hujan secara langsung, berkurangnya bahan organik, aliran permukaan lebih besar daripada yang meresap ke dalam tanah dan sebagainya. Dengan adanya kondisi ini apabila berlangsung terus menerus sangat dikhawatirkan akan terjadi lahan kritis yang akan mengakibatkan penurunan kesuburan tanah dan produktivitas tanah (Nasoetion dan Winoto, 1996).

Lahan kritis adalah kondisi lahan yang terjadi karena tidak sesuai kemampuan lahan dengan penggunaan lahannya, sehingga mengakibatkan kerusakan lahan secara fisik, khemis, maupun biologis. Untuk menanggulangi adanya lahan kritis perlu dilakukan rehabilitasi lahan (Bachtiar, 1999).

Tahun 2007, lahan kritis di Kabupaten Kudus seluas 8.174,4 Ha. Lahan kritis di luar kawasan hutan luasnya sekitar 6.525,4 Ha terdiri dari : Kawasan budidaya luas 5.905,4 Ha (lahan kritis 398,2 Ha, agak kritis 1.778,5 Ha, potensial kritis 3.728,7 Ha) dan Kawasan lindung luas 620 Ha (kritis 495 Ha, agak kritis 113 Ha, potensial kritis 12 Ha). Kemudian Lahan kritis di dalam kawasan hutan seluas 1.649 Ha, dengan rincian kritis 466 Ha dan agak kritis 1.183 Ha (Mariadi dan Suryanto, 1997).

Kondisi seperti ini harus segera dilakukan upaya- upaya untuk menekan semakin meluasnya lahan kritis baik kritis secara fisik maupun secara kimia dengan jalan merehabilitasi maupun pencegahan-pencegahan perlakuan-perlakuan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan lahannya, karena lahan kritis Kabupaten Kudus sudah mendekati angka 20% dari luas wilayah Kabupaten Kudus (Mariadi dan Suryanto, 1997).

Gambaran lahan kritis secara menyeluruh di seluruh Kabupaten Kudus perlu dituangkan secara spasial geografis kewilayahan per kecamatan, sehingga diharapkan dapat digunakan untuk perencanaan pemetaan dan zoning dalam penanganan lahan kritis di Kabupaten Kudus. Pemetaan

lahan kritis Kabupaten Kudus yang didukung dengan program aplikasi Sistem Informasi Geografis/Geographic Information System (GIS), merupakan salah satu langkah kongkrit Pemerintah Kabupaten Kudus untuk meningkatkan penanganan lahan kritis.

2. METODOLOGI

Penelitian dilakukan di Kabupaten Kudus yang terletak antara 110° 36' dan 110° 50' Bujur Timur dan antara 6° 51' dan 7° 16' Lintang Selatan. Kabupaten Kudus merupakan sebagai salah satu Kabupaten di Jawa Tengah, terletak diantara 4 (empat) Kabupaten yaitu di sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Jepara dan Kabupaten Pati, sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Pati, sebelah selatan dengan Kabupaten Grobogan dan Pati serta sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Demak dan Jepara. (Kudus dalam angka 2010)

Secara administratif Kabupaten Kudus terbagi menjadi 9 Kecamatan dan 123 Desa serta 9 Kelurahan. Luas wilayah Kabupaten Kudus tercatat sebesar 42.516 hektar atau sekitar 1,31 persen dari luas Propinsi Jawa Tengah. Kecamatan yang terluas adalah Kecamatan Dawe yaitu 8.584 Ha (20,19 persen), sedangkan yang paling kecil adalah Kecamatan Kota seluas 1.047 Ha (2,46 persen) dari luas Kabupaten Kudus. Luas wilayah tersebut terdiri dari 20.666 Ha (48,61 persen) merupakan lahan pertanian sawah dan 7.680 Ha (18,06 persen) adalah lahan pertanian bukan sawah. Sedangkan sisanya adalah lahan bukan pertanian sebesar 14.170 Ha (33,33 persen). (Kudus dalam angka 2010).

Wilayah Kabupaten Kudus memiliki topografi yang beragam, yang ditunjukkan dengan ketinggian wilayah berkisar antara 5 sampai 1600 meter di atas permukaan air laut. Wilayah yang memiliki ketinggian terendah, yaitu 5 meter di atas permukaan air laut berada di Kecamatan Undaan. Sedangkan wilayah dengan ketinggian tertinggi berada di Kecamatan Dawe, yang berupa dataran tinggi dengan ketinggian 1600 meter di atas permukaan laut

Kabupaten Kudus secara umum dipengaruhi oleh zona iklim basah. Bulan basah jatuh antara bulan Oktober-Mei dan bulan kering terjadi antara Juni-September, sedangkan bulan paling kering terjadi pada bulan Agustus. Curah hujan yang jatuh di daerah Kudus berkisar antara 2.000-3.000mm/tahun, curah hujan tertinggi terjadi pada puncak Gunung Muria, yaitu antara 3.500-5.000mm/tahun. Temperatur tertinggi mencapai 33°C dan terendah 26°C dengan temperatur rata-rata sekitar 29°C.

Angin yang bertiup adalah angin darat dan angin timur yang bersifat basah dengan kelembaban sekitar 88%. Kelembaban rata-rata bulanan berkisar antara 72% - 83%, angin umumnya bertiup dari arah barat dengan kecepatan minimum 5km/jam, kecepatan maksimum dapat mencapai 50km/jam, sedang gelombang dari arah barat, dengan tinggi minimum 1 meter dan maksimum 5 meter.

Hasil pencatatan curah hujan yang dilakukan pada 6 stasiun penakar curah hujan di Kudus dan sekitarnya selama kurun waktu tahun 1972-1988 menunjukkan bahwa bulan yang kurang relatif kering terjadi pada bulan Juni hingga September dengan rata-rata curah hujan bulanan berkisar antara 0.17 mm/bulan dan 1.41 mm/bulan, sedangkan bulan basah terjadi antara bulan Desember hingga Maret dengan rata-rata curah hujan antara 6.99 mm/bulan sampai 18.47 mm/bulan.

Tabel 1. Rata-Rata Curah Hujan Kabupaten Kudus Tahun 2008 (mm/bulan)

Stasiun	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Juni	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	Rata-rata tahunan
Karang Gayam	16,12	18,47	12	5,97	2,22	1,41	0,97	0,51	0,82	2,4	5,08	17,73	83,7
Besito Karm	13,63	14,29	9,37	4,43	2,52	1,1	0,67	0,26	0,13	2,31	4,26	13,52	66,49
Dawe Cendono	13,63	13,45	7,54	5,67	2,98	0,69	0,63	0,26	0,25	2,65	4,56	14,78	67,09
Tanjung Rejo	9,7	10,17	6,99	5,29	2,51	0,81	0,32	0,28	0,39	2,84	3,5	11,11	53,91
Kedungkupit	14,02	11,89	9,86	4,47	2,77	1,07	0,68	0,17	0,51	2,88	14,53	13,77	76,62
Kota	12,8	10,86	9,81	5,67	2,75	1,09	0,3	0,46	0,68	2,34	4,95	15,01	66,72

Sumber : RTRW Kabupaten Kudus, 2008

2.1. Geospasial

Sistem Informasi Geografis (bahasa Inggris: Geographic Information System disingkat GIS) adalah sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). dan memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan

menampilkan informasi berefrensi geografis, misalnya data yang diidentifikasi menurut lokasinya, dalam sebuah database. Para praktisi juga memasukkan orang yang membangun dan mengoperasikannya dan data sebagai bagian dari sistem ini. Teknologi Sistem Informasi Geografis dapat digunakan untuk investigasi ilmiah, pengelolaan sumber daya, perencanaan pembangunan, kartografi dan perencanaan rute. (Erik Westra, 2010)

Istilah Geo-spatial merujuk pada informasi yang terletak di permukaan bumi menggunakan koordinat. Hal ini dapat mencakup, misalnya, posisi menara ponsel, yang bentuk dari jalan, atau garis besar wilayah, data geo-spasial sering mengaitkan beberapa bagian dari informasi dengan lokasi tertentu.

2.1. Tahap Pemetaan

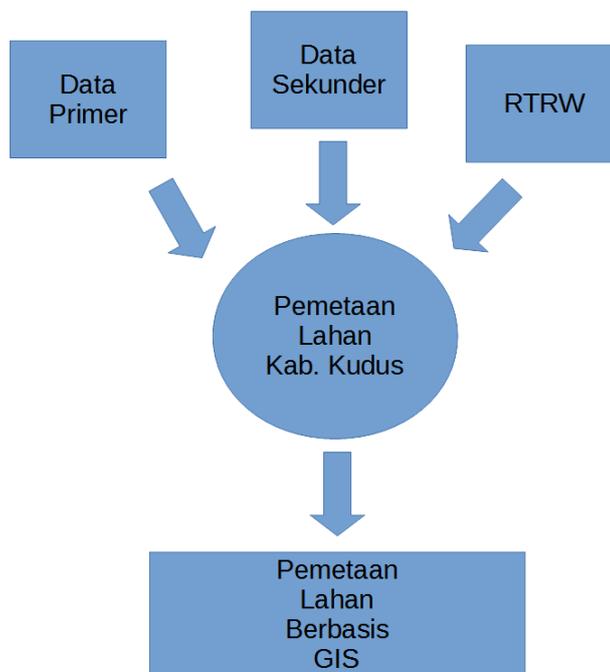
Proses pemetaan lahan ini melalui tahap pra lapangan, tahap pekerjaan lapangan, dan tahap analisis data. Tahap Pra-Lapangan yang dilakukan , antara lain: menyusun rancangan penelitian, memilih lapangan penelitian, mengurus perijinan, menjajaki dan menilai keadaan lapangan, serta menyiapkan perlengkapan pemetaan.

Tahap Pekerjaan Lapangan, yaitu memahami latar belakang pemetaan dan persiapan, memasuki lapangan, dan mengumpulkan data. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, dokumentasi, qestioner dan wawancara untuk mendapatkan data yang lengkap. Data-data tersebut berasal dari catatan lapangan, foto, dokumen, catatan atau memo dan dokumen resmi yang ada yang berkaitan dengan lahan kritis di Kudus

Tahap Analisis Data, sebagai proses mengatur urutan data, mengorganisasikannya kedalam suatu pola, kategori dan satuan uraian dasar. Data yang terkumpul berasal baik dari data berupa catatan lapangan, gambar, peta, dan dokumen berupa laporan yang ada kaitannya dengan pemetaan ini kemudian dilakukan justifikasi dengan RTRW Kabupaten Kudus untuk menghasilkan peta lahan kritis berbasis GIS beserta kebijakan penataan ruang dalam pengelolaan kawasan lahan kritis.

2.1. Alur Proses Pemetaan

Dalam penyusunan pemetaan lahan kritis berbasis sistem informasi geografis di kabupaten kudus, secara sederhana ini dapat digambarkan seperti gambar 1, dari gambar tersebut maka pemetaan lahan disusun dengan memperhatikan data primer, data sekunder dan data RTRW kabupaten kudus.



Gambar 1. Diagram Alur Pemetaan Lahan

2.3 Metode Kerja

Metode kerja yang dilakukan untuk analisis lahan kritis adalah berdasarkan atas Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis tahun 2004 oleh Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial (RLPS) dan Surat Direktur Jenderal RLPS No. S.296/V-SET/2004 tanggal 5 Oktober 2004. Pada dasarnya teknik yang digunakan dalam analisa ini adalah dengan metoda overlay/tumpang susun dan pengecekan/*survey* langsung di lapangan.

Guna memungkinkan analisa yang lebih luas untuk kepentingan rehabilitasi hutan dan lahan, maka skoring kekritisian lahan dalam SK Dirjen RRL No. 041/Kpts/V/1998 perlu diperluas mencakup seluruh fungsi hutan dan di luar kawasan hutan sebagai berikut:

- Total skor untuk kawasan hutan lindung dapat disetarakan untuk kawasan hutan lindung dan kawasan hutan konservasi.
- Total skor untuk kawasan budidaya pertanian dapat disetarakan untuk areal penggunaan lain (di luar kawasan hutan)
- Total skor untuk kawasan lindung di luar kawasan hutan dapat disetarakan untuk kawasan hutan produksi (hutan produksi tetap/produksi yang dapat dikonversi dan hutan produksi terbatas).

Memperhatikan efektifitas penerapan kriteria inventarisasi lahan kritis berdasarkan SK Dirjen RRL No. 041/Kpts/V/1998 tanggal 21 April 1998 terutama untuk sub kriteria erosi dan singkapan batuan, maka telah dilakukan kajian terhadap metoda pendukung identifikasi sub kriteria tersebut berdasarkan data-data yang mudah diakses dan tersedia di seluruh Indonesia. Metoda pendukung tersebut diharapkan dapat dijadikan sumber informasi utama untuk memfokuskan survei lapangan untuk identifikasi erosi aktual dan *outcrop*.

Salah satu sumber informasi yang dapat digunakan adalah tingkat erosi berdasarkan *land system* dari proyek *Regional Physical Planning Program for Transmigration* yang petanya dalam skala 1:250.000 telah meliputi seluruh (100%) wilayah Indonesia. Kajian komprehensif mengenai pemanfaatan data dari RePPPProT telah dilakukan oleh pakar Geomorfologi dengan hasil, bahwa database *land system* yang ada pada peta-peta lampiran di RePPPProT dapat dimanfaatkan untuk penentuan kekritisian lahan, terutama yang terkait dengan *item lithology, soil association* dan *climate range* (Hardjomidjojo dan Handoko, 2004).

Tahapan dalam metode analisa lahan kritis meliputi, tahapan persiapan, pengumpulan data di lapangan, pengolahan dan analisa data, input data spasial, analisa spasial, dan penyajian data spasial.

2.4 Pengumpulan data

Dengan melibatkan instansi terkait daerah (BAPPEDA Kabupaten Kudus, Dinas Bina Marga, Pengairan, Energi dan Sumber Daya Mineral Kabupaten Kudus, Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Kabupaten Kudus, Badan Pertanahan Nasional dan BPS Kabupaten Kudus) diharapkan data dan informasi yang dibutuhkan dapat terpenuhi dalam Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis Kabupaten Kudus. Kegiatan survey di lapangan dilakukan bertujuan untuk mencatat sifat-sifat fisik di lapangan serta untuk mengetahui keadaan sosial, ekonomi dan budaya wilayah sasaran dan untuk mengoreksi data sekunder dan hasil identifikasi potret udara, dan peta-peta lain dengan keadaan wilayah sasaran.

Jenis data yang dikumpulkan meliputi:

- Tutupan lahan pada masing-masing fungsi hutan (Jenis, Kerapatan tajuk)
- Singkapan batuan (*outcrop*)
- Erosi (tempat dan laju erosi)
- Tanah
- Iklim

2.5 Pengolahan dan Analisa Data.

Pengolahan data adalah merupakan tahapan pekerjaan menyusun dan merangkaikan berbagai jenis data menjadi satu susunan data yang sistematis dan terinci menurut fungsi, klasifikasi maupun peruntukan penggunaannya. Jenis pekerjaan yang termasuk dalam tahap pengolahan data antara lain:

a. Pengelompokan data menurut jenisnya yaitu:

- Data bio-fisik

- Data Sosial, ekonomi dan budaya
- b. Pengikhtisaran data menurut jenis yaitu:
 - Bio-fisik (tanah, singkapan batuan (*outcrop*), erosi, tutupan, iklim)
 - Data sosial, ekonomi dan budaya (jumlah penduduk, produktivitas pertanian, manajemen pengelolaan, sarana-prasarana, dan lain-lain).

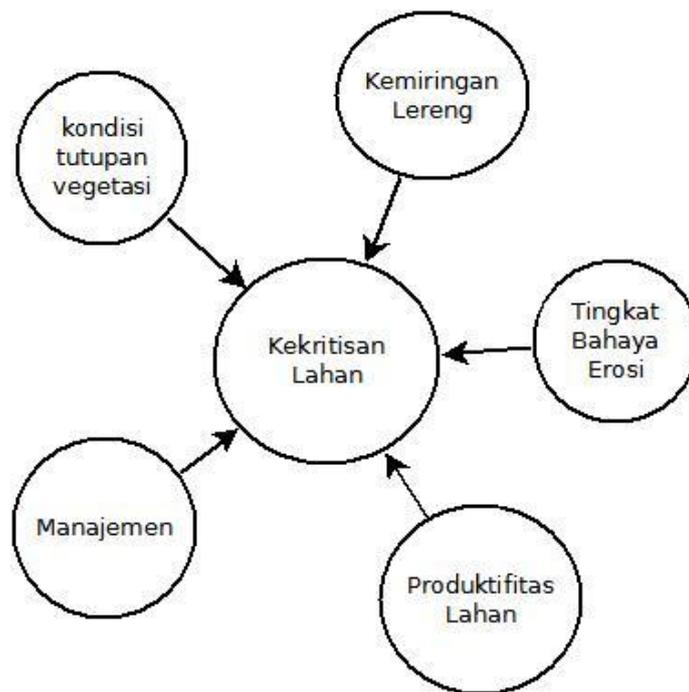
Analisa data adalah suatu proses saling menghadapkan dua jenis data atau lebih untuk mendapatkan hubungan informasi antara data yang satu dengan lainnya. Hubungan informasi tersebut diperlukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan alternatif pemecahannya.

Hasil analisa yang diharapkan dapat teridentifikasinya data lahan kritis Kabupaten Kudus. Proses analisa Data Spasial Lahan Kritis Kabupaten Kudus sebagian besar dilakukan dengan menggunakan alat (instrumen) perangkat lunak (*software*) Sistem Informasi Geografis (SIG) yaitu *ArcView 3.2*. Proses analisa dengan menggunakan *software* SIG ini dapat dilaksanakan dengan terlebih dahulu melakukan input data spasial beberapa tema yang telah dilakukan koreksi data dari data survey lapangan (Chang, 2002).

2.6 Parameter Lahan Kritis

Data spasial lahan kritis diperoleh dari hasil analisis terhadap beberapa data spasial yang merupakan parameter penentu kekritisian lahan. Parameter penentu kekritisian lahan berdasarkan SK Dirjen RRL No.041/Kpts/V/1998 meliputi:

- kondisi tutupan vegetasi
- kemiringan lereng
- tingkat bahaya erosi dan singkapan batuan (*outcrop*)
- produktivitas lahan
- kondisi pengelolaan (manajemen)



Gambar 2. Penentuan Kekritisian Lahan

Data spasial lahan kritis dapat disusun apabila data spasial ke 5 (lima) parameter tersebut di atas sudah disusun terlebih dahulu. Data spasial untuk masing-masing parameter harus dibuat dengan standar tertentu guna mempermudah proses analisis spasial untuk menentukan lahan kritis. Standar data spasial untuk masing-masing parameter meliputi kesamaan dalam sistem proyeksi dan sistem koordinat yang digunakan serta kesamaan data atributnya (Karlstron, 2008).

2.7 Analisis Spasial

Setelah data spasial parameter penentu lahan kritis disusun dengan cara atau prosedur seperti telah dijelaskan dalam sub diatas, data tersebut selanjutnya dianalisis untuk memperoleh informasi mengenai lahan kritis. Analisis spasial dilakukan dengan menumpang susun (*overlay*) beberapa data spasial (parameter penentu lahan kritis) untuk menghasilkan unit pemetaan baru yang akan digunakan sebagai unit analisis.

Pada setiap unit analisis tersebut dilakukan analisis terhadap data atributnya yang taklain adalah data tabular, sehingga analisisnya disebut juga analisis tabular. Hasil analisis tabular selanjutnya dikaitkan dengan data spasialnya untuk menghasilkan data spasial lahan kritis. Untuk analisa spasial, sistem proyeksi dan koordinat yang digunakan adalah *Universal Transverse Mercator* (UTM).

Tabel 2. Klasifikasi tingkat kekritisan lahan berdasarkan total skor

Tingkat Kekritisan Lahan	Total Skor		
	Kawasan Hutan Lindung	Kawasan Budidaya Pertanian	Kawasan Lindung Di Luar Kawasan
Sangat Kritis	120-180	115-200	110-200
Kritis	181-270	201-275	201-275
Agak Kritis	271-360	276-350	276-350
Potensial Kritis	361-450	351-425	351-425
Tidak Kritis	451-500	426-500	426-500

Sumber: SK Dirjen RRL No. 041/Kpts/V/1998

Sistem koordinat dari UTM adalah meter sehingga memungkinkan analisa yang membutuhkan informasi dimensi-dimensi linier seperti jarak dan luas. Sistem proyeksi tersebut lazim digunakan dalam pemetaan topografi sehingga sesuai juga digunakan dalam pemetaan tematik seperti halnya pemetaan lahan kritis.

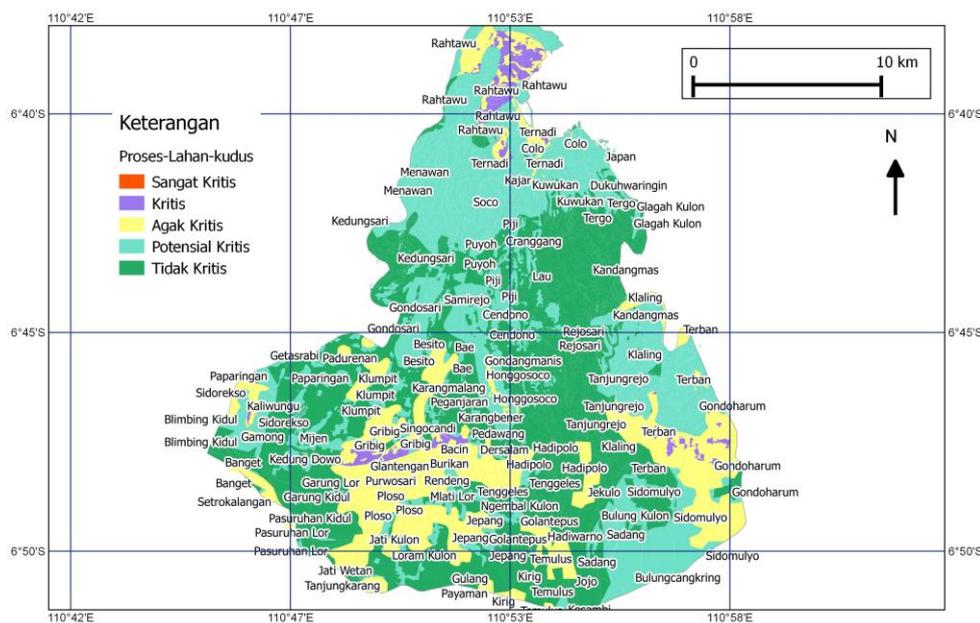
Metode yang digunakan dalam analisis tabular adalah metode skoring. Setiap parameter penentu kekritisan lahan diberi skor tertentu seperti telah dijelaskan pada bagian sub diatas. Pada unit analisis hasil tumpang susun (*overlay*) data spasial, skor tersebut kemudian dijumlahkan. Hasil penjumlahan skor selanjutnya diklasifikasikan untuk menentukan tingkat kekritisan lahan. Klasifikasi tingkat kekritisan lahan berdasarkan jumlah skor parameter kekritisan lahan seperti ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Secara teknis, proses analisis spasial untuk penentuan lahan kritis dengan bantuan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) *ArcView* dapat dilakukan dengan bantuan ekstensi *Geoprocessing*. Secara garis besar tahapan dalam analisis spasial untuk penyusunan data spasial lahan kritis terdiri dari 4 tahap yaitu :

- Tumpang susun data spasial
- Editing data atribut
- Analisis tabular, dan
- Presentasi grafis (spasial) hasil analisis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rencana kegiatan dalam penelitian tahun 2 adalah pengharkatan (skoring) dari tujuh komponen kriteria lahan yang telah terinventarisasi dan terpetakan pada penelitian tahun pertama, yaitu; (1) tingkat bahaya erosi (TBE), (2) produktifitas lahan, (3) erosi, (4) manajemen (5) singkapan, (6) kemiringan lereng dan (7) curah hujan



Gambar 4. Kekritisan lahan kudus

Kriteria kekritisan lahan ditentukan dari hasil skoring tujuh parameter kriteria lahan diatas dengan skoring sebagai berikut;

Tabel 2. Klasifikasi Kekritisan Lahan

Klasifikasi Kritis	Skor
Sangat Kritis	100 - 167
Kritis	168 - 234
Agak Kritis	235 - 301
Potensial Kritis	302 - 368
Tidak Kritis	369 - 435

Dari hasil simulasi skoring diatas akan di verivikasi dengan pengecekan dilapangan sehingga akan di dapat data akurat tentang lokasi dan luasan lahan kritis yang telah dibuat. Hasil pemetaan lahan kritis berbasis SIG terlihat .pada gambar 4

4. KESIMPULAN

Dari hasil model pemetaan lahan kritis yang telah dibuat, terdapat lima kategori kekritisan lahan (sangat kritis, kritis, agak kritis, potensial kritis dan tidak kritis)

Dari hasil pemetaan tampak bahwa sebagian besar lahan di kabupaten kudus tergolong dalam kategori potensial kritis dan tidak kritis, sebagian kecil terkategori agak kritis dan hanya sebagian kecil yang terkategori kritis, adapun yang terkategori sangat kritis tidak ada.

DAFTAR PUSTAKA

Asyk, M. 1995. Penyediaan Tanah untuk Pembangunan, Konversi Lahan Pertanian dan Langkah Penanggulangannya, Tinjauan Propinsi Jawa Barat. Makalah dalam Lokakarya Persaingan dalam Pemanfaatan Sumberdaya Lahan dan Air: Dampaknya terhadap Keberlanjutan Swasembada Pangan. Bogor, 31 Oktober-2 November 1995.

Bachtiar, S. 1999. Pengendalian Alih Guna Tanah Pertanian. Proyek Pengembangan dan Pengelolaan Sumber Daya Pertanahan, Puslitbang BPN, Jakarta.

- Chang, Kang –Tsung, 2002, Introduction To Geographic Information Sitems, New York: McGraw-Hill.
- Direktorat Penatagunaan Tanah. 2004. Inventarisasi dan Zonasi Tanah Sawah Beririgasi di Indonesia. Badan Pertanahan Nasional, Jakarta.
- Erik Westra. 2010. Python Geospatial Development, Packt Publishing, Birmingham Mumbai.
- Hardjomidjojo, H dan Handoko, I 2004. Model Dinamis. Batasan, Bentuk, Hierarki, dan Tujuan Model. Program Studi Teknologi Informasi untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Karlstrom, 2008, A new information theoretical measure of global and local spatial association, MPRA Paper No. 6848, posted 22. January 2008, Royal Institute of Technology, Sweden.
- Mariadi, G. dan B. Suryanto. 1997. Berkurangnya Lahan Pertanian dan Kaitan Masalahnya (Kasus Jawa Tengah). Didalam: Suryana, A. et.al. 1997. Membangunan Kemandirian dan Daya Saing Pertanian Nasional Dalam Menghadapi Era Industrialisasi dan Perdagangan Bebas. PERHEPI, Jakarta.
- Nasoetion, L. dan J. Winoto. 1996. Masalah Alih Fungsi Lahan Pertanian dan Dampaknya Terhadap Keberlangsungan Swasembada Pangan. Didalam: Hermanto (eds), Prosiding Lokakarya Persaingan Dalam Pemanfaatan Sumberdaya Lahan dan Air:pp.64-82. PSE dan Ford Foundation.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan, Jakarta.