

ANALISIS ANCAMAN BENCANA EROSI PADA KAWASAN DAS BERINGIN KOTA SEMARANG MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Avianta Anggoro Santoso , Arief Laila Nugraha , Arwan Putra Wijaya ^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
 Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp. (024) 76480785, 76480788
 e-mail : geodesi@undip.ac.id

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai Beringin merupakan salah satu daerah aliran sungai terbesar di Kota Semarang dengan curah hujan tertinggi. Wilayah hulu adalah daerah yang berfungsi sebagai daerah konservasi, tangkapan hujan, dan pengelolaan lingkungan DAS. Tujuan pengelolaan DAS antara lain mengendalikan dan mencegah erosi tanah, mengoptimalkan air tanah, dan menjaga lingkungan hidup. Faktanya lahan konservasi pada wilayah hulu telah banyak yang beralih fungsi. Hal itu akan memicu kejadian bencana salah satunya disebut erosi.

Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat bahaya erosi pada wilayah DAS Beringin pada tahun 2013 dan mengkaji parameter yang mempengaruhi besarnya tingkat erosi. Perhitungan erosi menggunakan metode RUSLE (*Revised Soil Lost Equation*) dan indeks topografi dihasilkan dengan menghitung faktor kemiringan dan panjang lereng. Tutupan lahan terbaru dihasilkan dari digitasi *on screen* citra *google earth* tahun perekaman 2012. Perhitungan erosi dan pengolahan parameter erosi dilakukan dengan teknologi Sistem Informasi Geografis.

Hasil dari penelitian ini berupa peta tingkat bahaya erosi yang dibagi menjadi 5 kelas, yaitu : sangat ringan, ringan, sedang, berat, dan sangat berat. Dari hasil perhitungan dihasilkan tingkat bahaya erosi dengan tingkat sangat ringan sebesar 20,39 km² (68%), ringan sebesar 3,83 km² (13%), sedang sebesar 3,77 km² (12%), berat sebesar 1,68 km² (6%), sangat berat sebesar 0.19 km² (0,6%).

Kata kunci : Erosi, RUSLE, DAS Beringin, SIG

ABSTRACT

Beringin watershed is one of the largest watersheds in the Semarang City with the highest rainfall in Semarang City. The upstream area is an area that served as conservation area, rain catchment, and watershed environmental management. The purposes of watershed management is controlling and preventing soil erosion, optimizing groundwater, and protecting the environment. The fact is land conservation in the upstream area has switched into others function. It will trigger one of catastrophic incident which is called erosion.

The purpose of this study is to determine the danger level of erosion in Beringin watershed area in 2013 and to review the parameters that affect the level of erosion. Erosion calculation is using RUSLE (Revised Soil Lost Equation) method and the topography index was generated from the slope value and slope length factors. Latest land cover was generated from on-screen digitized image from 2012 google earth image. The erosion level calculation and the erosion parameter are using Geographic Information System technology.

The results of this study is erosion potential maps that is divided into five classes, namely: very mild, mild, moderate, severe, and highly severe. From the calculation result of erosion hazard potential, as a very mild level at 20,39 km² (68%), mild at 3,83 km² (13%), moderate at 3,77 km² (12%), severe at 1,68 km² (6%), very severe at 1,9 km² (0,6%).

Keywords : Erosion , RUSLE, Beringin Watershed, GIS

1. PENDAHULUAN

Setiap tahun pembangunan di segala sektor terus meningkat dengan tujuan mendapatkan taraf hidup yang lebih baik dari sebelumnya. Secara garis besar pembangunan banyak terjadi pada sektor ekonomi dan sosial karena manusia sangat bergantung pada dua faktor tersebut.

^{*)} Penulis penanggung jawab

Pembangunan pada sektor ekonomi yang berlebihan tanpa diimbangi oleh pembangunan pada sektor lingkungan menyebabkan beberapa masalah baru.

Pemanfaatan tanah secara tidak bertanggung jawab menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan dan kemampuan tanah. Tanah dapat mengalami pengikisan yang menyebabkan longsor dan erosi oleh air hujan dan angin. Hujan dan angin merupakan peristiwa alam yang manusia tidak mampu mencegah atau menghindarinya. Erosi yang disebabkan oleh alam umumnya sangat kecil volumenya dan tidak menyebabkan dampak buruk bagi manusia.

Erosi dapat diartikan sebagai hilang atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat yang terangkut dari suatu tempat ke tempat lain, baik disebabkan oleh pergerakan air, angin, atau es. Erosi yang sering terjadi justru karena ulah manusia. Erosi ini mempunyai volume yang *massive* dan dikhawatirkan mengancam kehidupan masyarakat di wilayah sekitarnya. Kegiatan manusia yang kurang memperhatikan lingkungan memperparah erosi yang terjadi. Erosi ini dikenal dengan nama *accelerated erosion* [Supli, 2000]. Erosi tidak hanya menghasilkan lahan kritis di wilayah hulu namun hilir juga merasakan dampaknya berupa banjir.

Untuk dapat menganalisa dan menghitung erosi dapat memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG). Teknologi ini dapat memetakan dan menggambarkan kondisi fisik wilayah penelitian secara spasial. Kondisi fisik ini merupakan parameter-parameter yang menyebabkan terjadinya erosi. Dengan memanfaatkan SIG, metode ini dapat menentukan, menghitung, dan menunjukkan secara visual daerah-daerah yang memerlukan konservasi. Dalam penelitian ini mencakup kawasan DAS Beringin.

Berdasarkan uraian pada bagian latar belakang dapat diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Daerah manakah yang terancam bencana erosi berdasarkan perhitungan dengan SIG ?
- b. Parameter apa yang paling mempengaruhi tingginya potensi tingkat bahaya erosi ?

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Menganalisa daerah dengan tingkat kerawanan terhadap erosi pada wilayah DAS Beringin.
- b. Menyajikan informasi yang berguna untuk kajian dalam kegiatan konservasi dan rehabilitasi daerah lahan kritis oleh pihak yang berkepentingan.

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai bahan acuan dalam pengambilan keputusan dalam kegiatan konservasi DAS Beringin dan menentukan potensi bahaya bencana erosi yang tersebar pada kawasan tersebut, sehingga membantu dalam menentukan tindakan konservasi dan pencegahan terhadap bencana erosi.

Adapun ruang lingkup yang digunakan sebagai pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian mengkaji bahaya erosi,
2. Perhitungan erosi menggunakan rumus RUSLE,
3. Daerah kajian DAS Beringin Kota Semarang,
4. Menggunakan pembobotan parameter (Kironoto, 2003)
5. Menggunakan 4 parameter, yaitu : curah hujan, jenis tanah, panjang dan kemiringan lereng, dan tutupan lahan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

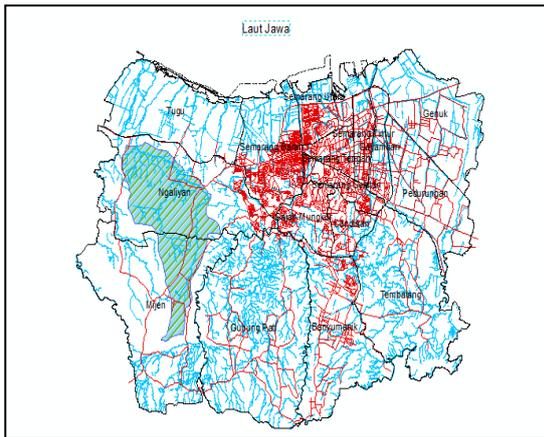
1. Peralatan yang digunakan dalam penelitian, antara lain :
 - a. Perangkat Keras (*Hardware*), yang terdiri dari :
 - Laptop Compaq Presario CQ41, Intel Core i3 M330 @2.13GHz, 2.00 GB of RAM dengan sistem operasi Microsoft Windows 7 Home Edition.
 - Printer HP Deskjet F2235
 - 1 unit GPS Navigasi
 - b. Perangkat Lunak (*Software*)

- Software Global Mapper 11
- Software Arc GIS

2. Bahan yang digunakan :

- Peta Kontur Kota Semarang Tahun 2000 BAPPEDA
- Peta Jenis Tanah Kota Semarang Tahun 2007 BAPPEDA
- Peta Administrasi Kota Semarang Tahun 2007 BAPPEDA
- Citra Google Earth Perekaman Juli 2012
- Data Curah Hujan Bulanan Kota Semarang Tahun 2011-2012 BMKG

2.1. Lokasi Penelitian



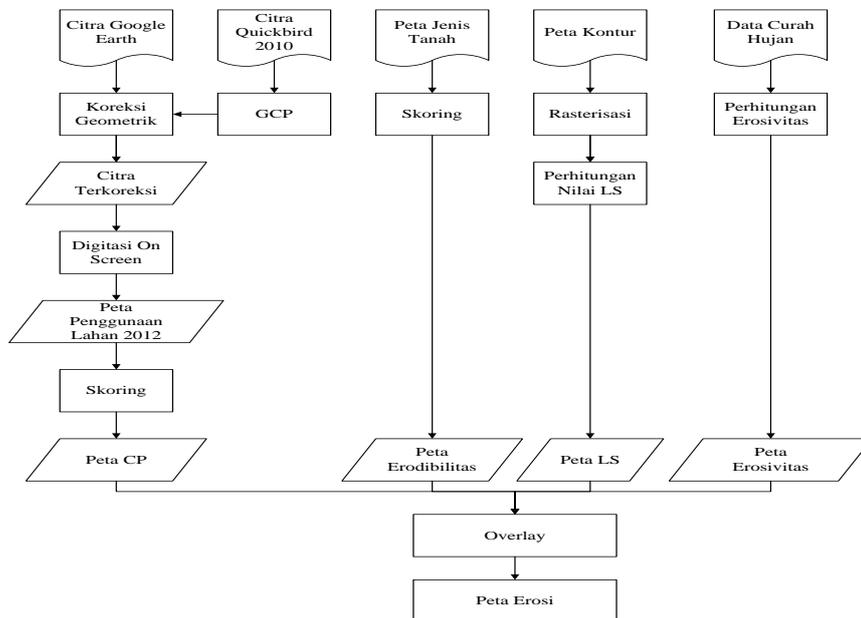
Penelitian dilakukan pada kawasan DAS Beringin Kota Semarang. Mencakup wilayah Kecamatan Nglayan dan Kecamatan Mijen. Posisi Geografis DAS Beringin antara 110° 17' 30'' LS - 110° 21' 100'' LS dan 7° 4' 00'' BT – 6° 50' 00'' BT.

Gambar 1. Gambaran DAS Beringin Kota Semarang

Keterangan :

: Wilayah DAS Beringin

2.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.3. Metode

Analisa potensi bahaya erosi menggunakan pengembangan dari rumus USLE oleh Wischmeier dan Smith (1978). Formulasi USLE adalah sebagai berikut:

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

Keterangan :

A = Laju erosi tanah (ton/ha/tahun)

- R = Indeks erosivitas hujan
- K = Indeks erodibilitas tanah
- L = Indeks panjang lereng
- S = Indeks kemiringan lereng
- C = Indeks penutupan vegetasi
- P = Indeks pengolahan lahan atau tindakan konservasi tanah

Berdasarkan rumus yang digunakan, maka diperlukan empat jenis peta sebagai dasar perhitungan potensi bahaya erosi, yaitu peta curah hujan, peta jenis tanah, kemiringan, dan peta penutupan lahan. Hubungan antara jenis peta dan faktor-faktor yang digunakan dalam perhitungan laju erosi tanah disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Parameter perhitungan potensi bahaya erosi

Faktor Penyebab Erosi	Simbol	Jenis Peta
Indeks erosivitas	R	Peta curah hujan
Indeks erodibilitas tanah	K	Peta jenis tanah
Indeks nilai panjang dan kemiringan lereng	LS	Peta kontur
Indeks tutupan lahan dan pengolahan lahan	CP	Peta tutupan lahan

Proses perhitungan nilai indeks dari setiap data peta, dilakukan dengan berbagai formulasi, yaitu:

1. **Indeks erosivitas hujan** dihitung dalam bentuk *run-off* air. Dalam menghitung nilai *run-off* digunakan rumus yang dikembangkan oleh Lenvain [DHV, 1989] yaitu : $R = 2,21 P^{1,36}$ dimana : R = indeks erosivitas dan P = curah hujan bulanan (cm)
2. **Indeks erodibilitas tanah** menunjukkan tingkat kerentanan tanah terhadap erosi, yaitu retensi partikel terhadap pengikisan dan perpindahan tanah oleh energi kinetik air hujan. Tekstur tanah yang sangat halus akan lebih mudah hanyut dibandingkan dengan tekstur tanah yang kasar. Kandungan bahan organik yang tinggi akan menyebabkan nilai erodibilitas tinggi.
3. **Indeks panjang dan kemiringan lereng** terdiri dari dua komponen, yakni faktor kemiringan dan faktor panjang lereng. Faktor panjang lereng adalah jarak horizontal dari permukaan atas yang mengalir ke bawah dimana gradien lereng menurun hingga ke titik awal atau ketika limpasan permukaan (*run off*) menjadi terfokus pada saluran tertentu (Renard et al., 1997).
4. **Indeks tutupan lahan dan pengolahan lahan** adalah faktor tutupan lahan pada kawasan tersebut dan usaha pengolahan lahan yang dapat memicu terjadinya erosi tanah.
5. **Skoring** digunakan untuk menghitung nilai faktor erodibilitas tanah dan faktor tutupan lahan. Proses skoring sesuai dengan bobot menurut Kironoto, 2003 dan Pusat Pengembangan dan Penelitian Tanah, 2004. Nilai skoring disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi indeks erodibilitas dan indeks CP

Parameter	Kelas	Bobot
Jenis Tanah (erobilitas)	Alluvial kelabu	0.47
	Mediteran Coklat Tua	0.46
	Latosol Coklat Merah	0.43
	Latosol Coklat	0.31
Tutupan Lahan (CP)	Sawah	0.04
	Semak	0.1
	Hutan	0.01

	Pemukiman	0.5
	Perkebunan	0.01
	Ladang	0.28
	Kebun talun	0.02

Sumber : Kironoto, 2003 dan Pusat Pengembangan dan Penelitian Tanah, 2004

6. **Klasifikasi tingkat bahaya erosi** berdasarkan Kementerian Kehutanan (1998) diklasifikasikan menjadi 5 kelas, yaitu : sangat ringan, ringan, sedang, berat, dan sangat berat. Tabel 3 menunjukkan klasifikasi tingkat potensi bahaya erosi.

Tabel 3. Klasifikasi tingkat bahaya bencana erosi

No.	Klasifikasi	Kehilangan tanah(ton/ha/thn)	Keterangan
1.	I	<15	Sangat ringan
2.	II	16 - 60	Ringan
3.	III	60 - 180	Sedang
4.	IV	180 - 400	Berat
5.	V	>400	Sangat berat

Sumber : Kementerian Kehutanan, 1998

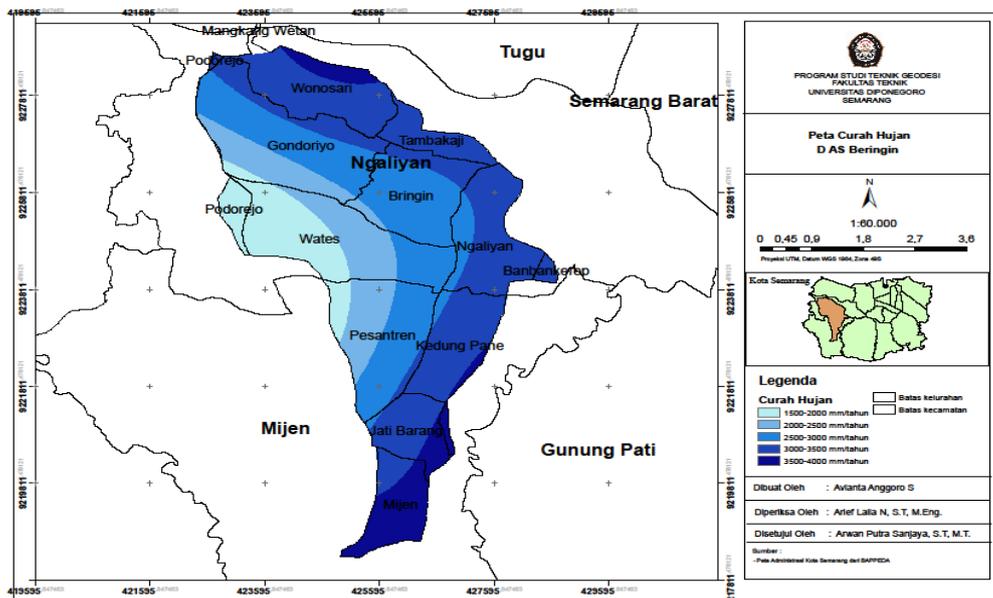
2.4. Pengolahan Data

Masing-masing indeks perhitungan potensi bahaya erosi dihasilkan dari pengolahan jenis peta yang berkaitan dengan parameter penyebab erosi. Setelah keempat jenis peta selesai diolah dan menghasilkan masing-masing parameter atau indeks erosi, dilakukan proses penggabungan atau *overlay* dengan rumus RUSLE yang diterjemahkan ke dalam *raster calculator*. Sehingga dihasilkan peta persebaran daerah bahaya erosi DAS Beringin Kota Semarang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagian besar kawasan DAS Beringin memiliki curah hujan yang tergolong sedang. Stasiun yang mempunyai curah hujan tertinggi adalah Stasiun Pengamat Mijen dengan rata-rata curah hujan bulanan mencapai 514,6 mm/bulan. Daerah ini merupakan daerah dengan curah hujan tertinggi di Kota Semarang dan merupakan kawasan hulu DAS Beringin.

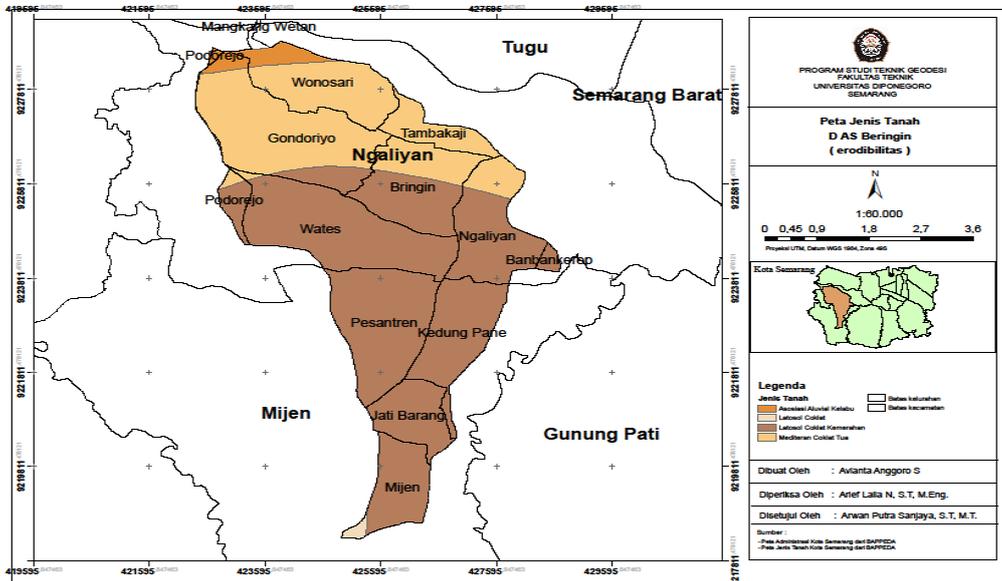
Peta curah hujan DAS Beringin dapat dilihat pada Gambar 3. Peta tersebut merupakan hasil interpolasi dari keempat titik pos pengamatan curah hujan pada kawasan DAS Beringin.



Gambar 3. Peta curah hujan DAS Beringin

3.1. Indeks Erodibilitas

Hanya terdapat empat jenis tanah pada wilayah DAS Beringin, yaitu jenis tanah alluvial kelabu, mediteran coklat tua, latosol coklat, latosol coklat kemerahan. Jenis tanah yang paling luas cakupannya adalah latosol coklat kemerahan. Dengan lokasi melintang dari sisi timur membentang hingga barat dan selatan DAS. Jenis tanah latosol coklat kemerahan mencapai 50% dari total luas DAS Beringin.



Gambar 4. Peta jenis tanah DAS Beringin

3.2. Indeks Panjang dan Kemiringan Lereng

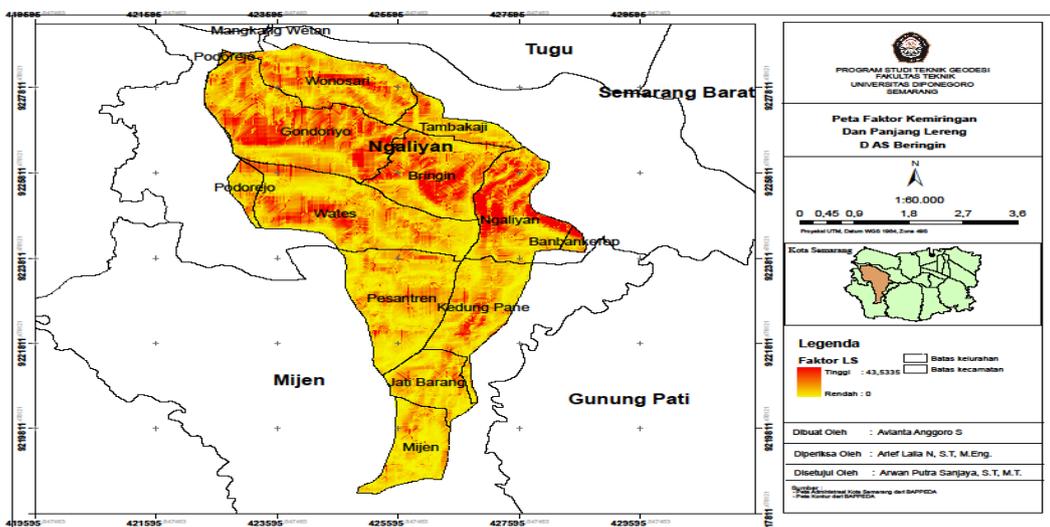
Kawasan DAS Beringin mempunyai morfologi perbukitan dengan kelerengan yang bervariasi. Mulai dari wilayah dengan kelerengan sedang hingga tinggi. Berdasarkan perhitungan faktor LS, kawasan yang memiliki indeks LS paling tinggi terdapat pada bagian tengah dan utara DAS Beringin.

Dalam penelitian ini, persamaan yang digunakan untuk menghitung indeks panjang dan kemiringan lereng [Moore dan Burch, 1986 dalam Ginting 2009]

$$LS = \left(\frac{\text{flow accumulation} * \text{cell size}}{22,13} \right)^{0,4} \left(\frac{\sin \text{slope}}{0,0896} \right)^{1,3}$$

dimana L : Panjang lereng (m)

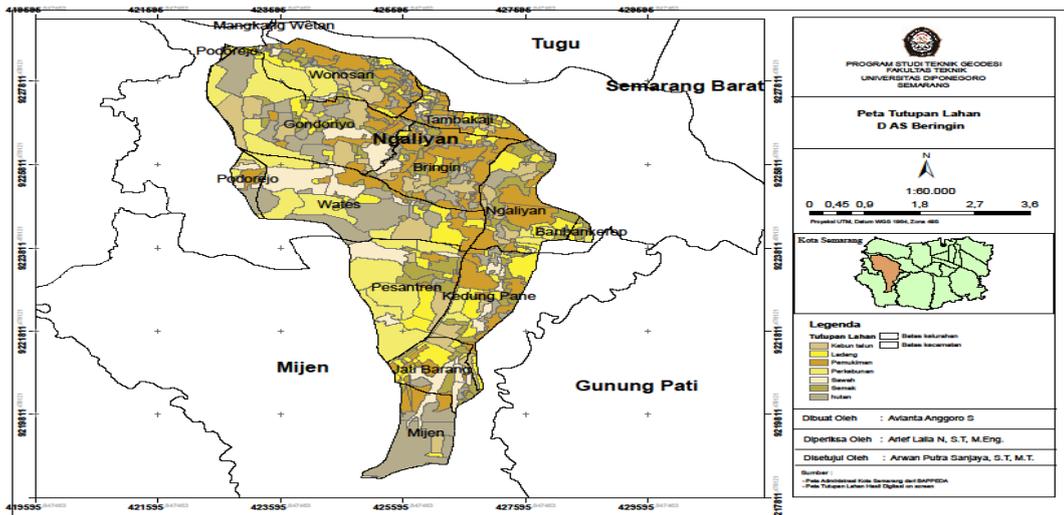
dan Slope: Kemiringan lereng (degree)



Gambar 5. Peta Indeks LS DAS Beringin

3.3. Indeks Tutupan Lahan dan Pengolahan Lahan

Faktor penggunaan lahan dan pengelolaan lahan sering dinyatakan sebagai satu kesatuan parameter, yaitu faktor CP. Secara umum faktor CP dipengaruhi oleh jenis tanaman (tataguna lahan) dan tindakan pengelolaan lahan (teknik konservasi) yang dilakukan, seperti misalnya penanaman mengikuti kontur, strip cropping, dan pembuatan teras. Jika pengelolaan lahan (tindakan konservasi) tidak dilakukan maka nilai P adalah 1, sedangkan bila usaha pengelolaan lahan dilakukan maka nilai P menjadi kurang dari 1. Pada penelitian ini pengelolaan lahan baik pertanian maupun pemukiman dianggap kurang. Sehingga nilai indeks P = 1 untuk seluruh lokasi penelitian.



Gambar 6. Peta Tutupan Lahan DAS Beringin

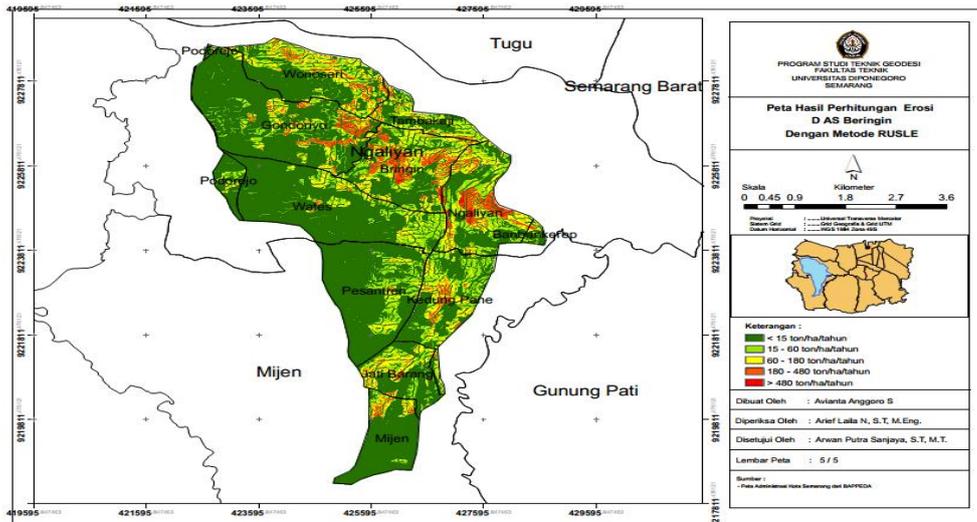
Tabel . Tabel luas tutupan lahan DAS Beringin

No.	Kelas Lahan	Skor	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Kebun talun	0.02	337.83	11.24
2	Ladang	0.28	348.37	11.59
3	Pemukiman	0.5	660.24	21.96
4	Perkebunan	0.01	520.85	17.32
5	Sawah	0.04	272.12	9.05
6	Semak	0.1	302.56	10.06
7	Hutan	0.01	564.57	18.78
Total			3006.54	100

Sumber : Hasil pengolahan 2013

3.4. Bahaya Bencana Erosi

Hasil perhitungan erosi dengan *raster calculator* pada peta curah hujan, peta jenis tanah, peta panjang dan kemiringan lereng, peta tutupan lahan menghasilkan peta bahaya bencana erosi pada DAS Beringin Kota Semarang.



Gambar 7. Peta Bahaya Bencana Erosi DAS Beringin

Berdasarkan hasil perhitungan erosi yang telah dilakukan, laju erosi pada Daerah Aliran Sungai Beringin antara 0-1823,57 ton/ha/tahun. Setelah diklasifikasikan menurut aturan Kementerian Kehutanan tentang erosi tanah, nilai tersebut dibagi menjadi 5 kelas. Luas masing-masing daerah ancaman bencana erosi dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Luas daerah ancaman erosi DAS Beringin

No.	Tingkat erosi	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Sangat ringan	2039.98	68.28
2	Ringan	383.456	12.83
3	Sedang	377.62	12.63
4	Berat	168.973	5.65
5	Sangat berat	19.489	0.65
TOTAL		2989.51	100

Sumber : Hasil pengolahan 2013

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil penelitian dengan judul “Analisis Bahaya Bencana Erosi Pada Kawasan DAS Beringin Kota Semarang Menggunakan Sistem Informasi Geografis” adalah :

1. Sebagian besar wilayah DAS Beringin Kota Semarang masuk dalam kelas “sangat ringan” sebesar 69% dari luas total DAS. Dapat dikategorikan sebagai kategori aman.
2. Tingkat bahaya bencana erosi dengan kategori sedang sebesar 13% dari total luas DAS dan berat sebesar 6% ditemukan pada wilayah dengan tutupan lahan berupa lahan terbangun dan ladang dengan kelerengan yang curam.
3. Kelas bahaya erosi “sangat berat” mempunyai persentase yang sangat kecil. Kurang dari 1% dari total luas kawasan DAS.
4. Pada beberapa wilayah dengan kategori tingkat bahaya erosi sedang dan berat, disebabkan oleh tingginya nilai LS (tingkat kelerengan yang tergolong curam).

4.2. Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini, antara lain :

1. Data yang diperoleh sebaiknya dari instansi dan lembaga penyedia data yang sama. Kesalahan pembuatan data spasial atau peta sering diakibatkan karena perbedaan sumber.
2. Parameter seperti tutupan lahan berubah sepanjang tahun. Untuk itu diperlukan adanya data yang *update* agar dihasilkan perhitungan yang akurat.
3. Nilai pembobotan masing-masing parameter merupakan hasil dari penelitian terdahulu. Untuk itu nilai pembobotan tiap parameter harus lebih dikaji agar hasil perhitungan tepat.

Daftar Pustaka

- Asdak, C. (2004) : *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Assyakur, A. (2002) : *Prediksi Erosi Dengan Menggunakan Metode USLE dan Sistem Informasi Geografis (SIG) Berbasis Piksel Di Daerah Tangkapan Air Danau Buyan*, Universitas Udayana, Bali.
- Departemen Kehutanan. (1998) : *Pedoman Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Teknik Lapangan dan Konservasi Tanah Daerah Aliran Sungai*,
- Effendi R.S. (2000) : *Pengendalian Erosi Tanah: Dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Kironoto, B, A. (2003) : *Hydraulics of Sedimen Transport*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Renard, K.G., Foster , G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K., dan Yoder , D.C. (1997) : "Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)". US Department of Agriculture Handbook No. 703.
- Wischmeier, W. H. and Smith, D.D. (1978) : *Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning*. U. S Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 537.