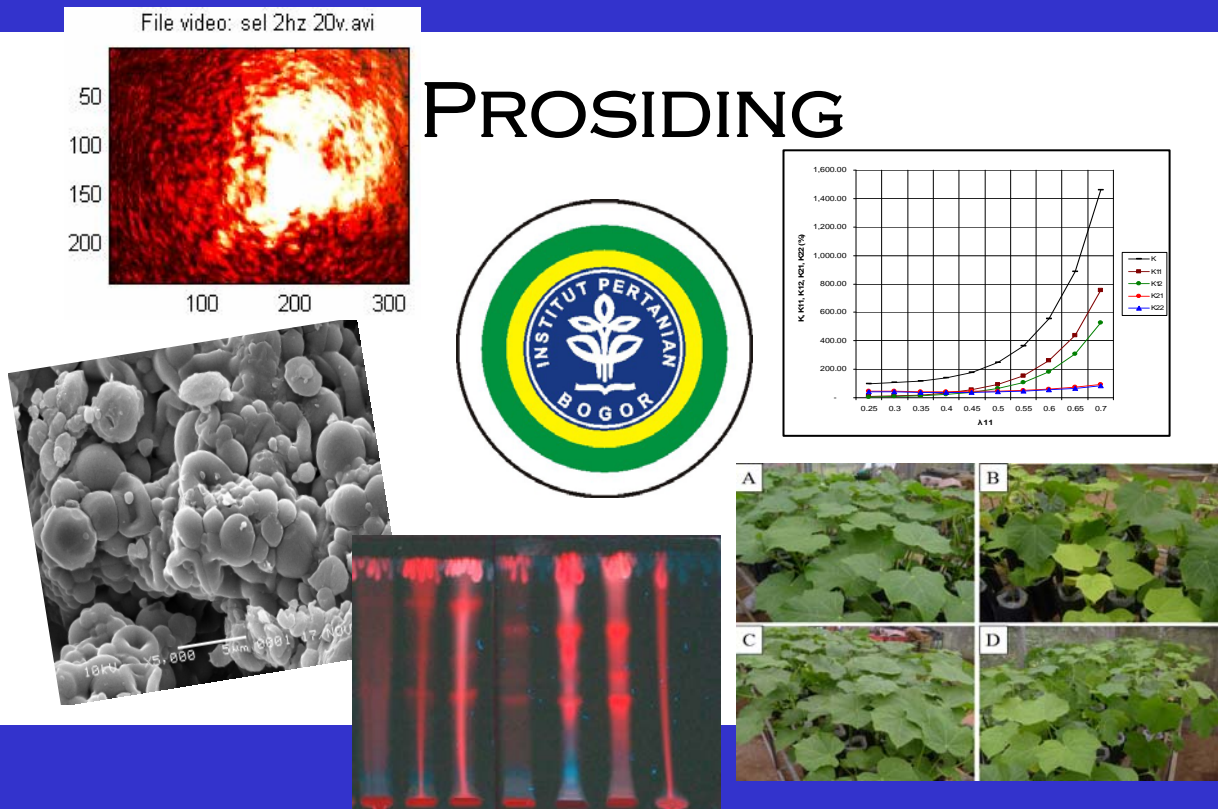


# SEMINAR NASIONAL SAINS III 13 NOVEMBER 2010

## *Sains Sebagai Landasan Inovasi Teknologi dalam Pertanian dan Industri*



BOGOR, DESEMBER 2010



ISBN: 978-979-95093-6-9

# SEMINAR NASIONAL SAINS III

13 NOVEMBER 2010

## *Sains Sebagai Landasan Inovasi Teknologi dalam Pertanian dan Industri*

### PROSIDING

#### DEWAN EDITOR

ENCE DARMO JAYA SUPENA  
ENDAR HASAFAH NUGRAHANI  
HAMIM  
HASIM  
INDAHWATI  
KIAGUS DAHLAN



**Fakultas MIPA – Institut Pertanian Bogor  
bekerja sama dengan  
MIPAnet**



**2010**

---

Copyright© 2010

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Institut Pertanian Bogor (IPB)  
Prosiding Seminar Nasional Sains III ***"Sains Sebagai Landasan Inovasi Teknologi  
dalam Pertanian dan Industri"*** di Bogor pada tanggal 13 November 2010

Penerbit : FMIPA-IPB, Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680  
Telp/Fax: 0251-8625481/8625708  
<http://fmipa.ipb.ac.id>

Terbit 30 Desember 2010  
ix + 427 halaman

ISBN: 978-979-95093-6-9

# KATA PENGANTAR

Ketahanan pangan dan kemandirian energi merupakan isu sentral nasional dan dunia untuk mengimbangi terus bertambahnya jumlah penduduk, semakin menyempitnya lahan yang disertai tidak terlalu signifikannya peningkatan produktivitas pertanian, ditambah lagi dengan masalah global menurunnya kualitas lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan-permasalahan ini tentunya dibutuhkan inovasi-inovasi. Inovasi akan menjadi lebih bermakna dan berhasil guna bila berlandaskan kepada sains dan teknologi.

Banyak perguruan tinggi dan lembaga litbang departemen atau bahkan divisi litbang di perusahaan terus melakukan penelitian dan pengembangan yang didasarkan pada pemanfaatan dan pengembangan sains dan teknologi untuk mengembangkan dan menghasilkan inovasi-inovasi dalam upaya untuk meningkatkan produktivitas serta meningkatkan nilai tambah. Seminar Nasional Sains III (2010) yang diselenggarakan atas kerjasama FMIPA-IPB dan MIPAnet, diharapkan menjadi sarana dan upaya untuk menjalin komunikasi antar pelaku dan institusi yang terlibat untuk mengoptimalkan pemanfaatan sains sebagai landasan dalam mengembangkan dan menghasilkan inovasi-inovasi dalam upaya menjawab tantangan ketahanan pangan dan kemandirian energi. MIPAnet adalah Jaringan Kerjasama Nasional Lembaga Pendidikan Tinggi Bidang MIPA yang didirikan pada tanggal 23 Oktober 2000.

Makalah-makalah hasil penelitian dipresentasikan pada empat kelas paralel yaitu *Biological Science*, *Biochemistry*, *Chemistry*, serta *Physics & Mathematical Science*. Selain itu beberapa makalah juga ditampilkan pada sesi Poster. Makalah-makalah tersebut sebagian besar merupakan isi dari prosiding ini. Seminar dihadiri oleh peneliti dari balitbang-balitbang terkait dan dosen-dosen perguruan tinggi, mahasiswa pascasarjana serta guru-guru SMA.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada FMIPA-IPB dan MIPAnet yang telah mendukung penuh kegiatan Seminar Nasional Sains III ini. Juga kepada Panitia Seminar, para mahasiswa, dan semua pihak yang telah mensukseskan acara seminar ini. Kami juga sangat berterima kasih kepada semua pemakalah atas kerjasamanya, sehingga memungkinkan prosiding ini terbit. Semoga prosiding ini bermanfaat bagi semua pihak.

Bogor, Desember 2010

Dekan FMIPA-IPB,

Dr. drh Hasim, DEA

# PENGEMBANGAN GEOINDIKATOR UNTUK PENATAAN RUANG

Baba Barus<sup>1,2</sup>, U.Sudadi<sup>1</sup>, B. Tahjono<sup>1</sup> dan L.S. Iman<sup>2</sup>

<sup>1</sup> staf pengajar di Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, IPB

<sup>2</sup> staf peneliti di Pusat Pengkajian Perencanaan dan Pengembangan Wilayah, IPB

Email : [Bababarus@yahoo.com](mailto:Bababarus@yahoo.com) ; No Hp 081383600745

## Abstrak

Saat ini revisi rencana ruang merupakan pesan UU Penataan ruang yang harus dilaksanakan secepat mungkin khususnya terkait dengan masalah kebencanaan. Untuk merevisi rencana ruang diperlukan alat untuk mempermudah para perencana. Alat yang spesifik adalah geoindikator yang sudah banyak dipakai untuk keperluan pemantauan lingkungan khususnya untuk jangka pendek dan menengah. Untuk keperluan perencanaan ruang diperlukan indikator yang bersifat jangka menengah, dan idealnya dikembangkan dari indikator yang mudah diukur dan operasional untuk diterjemahkan ke bentuk ruang. Geoindikator adalah objek atau proses yang terjadi yang merubah fisik bentang lahan yang dapat diamati, baik cepat maupun lambat, dalam kurun waktu kurang dari 100 tahun, yang layak dijadikan petunjuk evaluasi dan atau perencanaan. Pengkajian pengembangan geoindikator yang sudah dilakukan menunjukkan ada beberapa geoindikator yang mudah dikembangkan dengan menggunakan teknologi spasial seperti penginderaan jauh dan SIG. Geoindikator untuk bahaya longsor, abrasi, erosi dan banjir dapat diletakkan dalam perencanaan ruang, sedangkan geoindikator untuk kebakaran hutan dan lahan, kekeringan dan pencemaran masih sulit diletakkan dalam perencanaan ruang secara langsung. Proses dan cara peletakan geoindikator ke dalam bentuk ruang adalah salah satu inovasi dalam penelitian ini, selain pengembangan geoindikator kebencanaan untuk perencanaan ruang. Hasil penelitian ini akan sangat membantu proses revisi dokumen perencanaan ruang ataupun keperluan penataan ruang secara keseluruhan.

**Kata kunci** : perencanaan ruang, bencana, geoindikator, Inderaja dan SIG, inovasi implementasi.

## 1. PENDAHULUAN

Banyaknya bahaya di Indonesia menuntut kecepatan upaya menekan risiko yang mungkin terjadi. Upaya menekan risiko bencana tersebut sudah diamanatkan oleh UU No 26, 2006 tentang Penataan Ruang, supaya memasukkan komponen kebencanaan dalam penataan ruang. Selain itu dalam UU No 32, 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan juga ditekankan tentang perlunya akomodasi daya dukung lingkungan dalam penataan ruang dan pembuatan sistem informasi bahaya lingkungan yang wajib dipublikasikan. Semua amanah ini merupakan kewajiban pemerintah daerah untuk menjalankannya (UU No 32, 2004 tentang Pemerintah Daerah), sehingga saat ini banyak pemerintah daerah sedang merevisi rencana tata ruang wilayahnya.

Faktor yang terkait dengan kebencanaan untuk dimasukkan ke dalam dokumen tata ruang sudah ada dalam dokumen perundangan, tetapi masih bersifat umum, dan pedoman operasional belum ada. Untuk itu diperlukan sarana tertentu misalnya indikator tertentu. Pemanfaatan indikator tertentu sering dimanfaatkan untuk melakukan penilaian terhadap status atau suatu fenomena dengan ukuran-ukuran kuantitatif ataupun kualitatif. Berbagai indikator yang sudah dominan dari aspek sosial atau bio, yang cenderung bersifat jangka pendek, sedangkan indikator fisik yang merupakan wadah masih bervariasi kondisinya.

Salah satu indikator fisik yang sudah dikenal adalah geoindikator. Geoindikator kebencanaan adalah suatu objek atau fenomena yang terjadi di permukaan bumi baik yang bersifat tiba-tiba atau gradual, tetapi terjadi dalam kurun waktu kurang dari 100 tahun, yang dapat diamati dan diukur untuk melihat perubahan bentang alam. Geoindikator kebencanaan sudah banyak dipakai untuk keperluan pengelolaan bencana dan lingkungan khususnya di Taman Nasional di USA, Kanada, Brazil dan beberapa negara lain, khususnya untuk keperluan perencanaan jangka panjang. Penggunaan geoindikator untuk kebencanaan di Indonesia sudah ada baik dalam kegiatan sehari-hari maupun dalam perundangan tetapi belum terstruktur dan dipakai dengan baik. Dalam peraturan perundangan kita objek yang sama dengan istilah lain sudah ada, tetapi belum jelas cara mengimplementasikannya. Sehingga pencarian dan pengembangan geoindikator menjadi perlu dilakukan untuk menekan kebencanaan di Indonesia khususnya ditujukan untuk bahan atau sarana bagi pemerintah daerah yang sedang merevisi tata ruang.

## **2. BAHAN DAN METODE**

### **2.1. Lokasi dan Waktu**

Pengkajian dilakukan di P4W, LPPM IPB dengan dukungan pendanaan dari Kementrian Riset dan teknologi, dari bulan Juni - November 2010.

### **2.2. Material dan Sarana**

Untuk menghasilkan konsep dan geoindikator sampai saat ini dilakukan melalui sarana teknologi informasi (media internet dan pendukungnya) dan diskusi dengan berbagai pakar yang mempunyai latar belakang kelilmuan di IPB.

### **2.3. Kerangka Berfikir**

Untuk keperluan pencarian indikator kebencanaan dapat dilakukan dengan mengumpulkan berbagai hasil pengetahuan yang sudah dipraktekkan dan mudah,

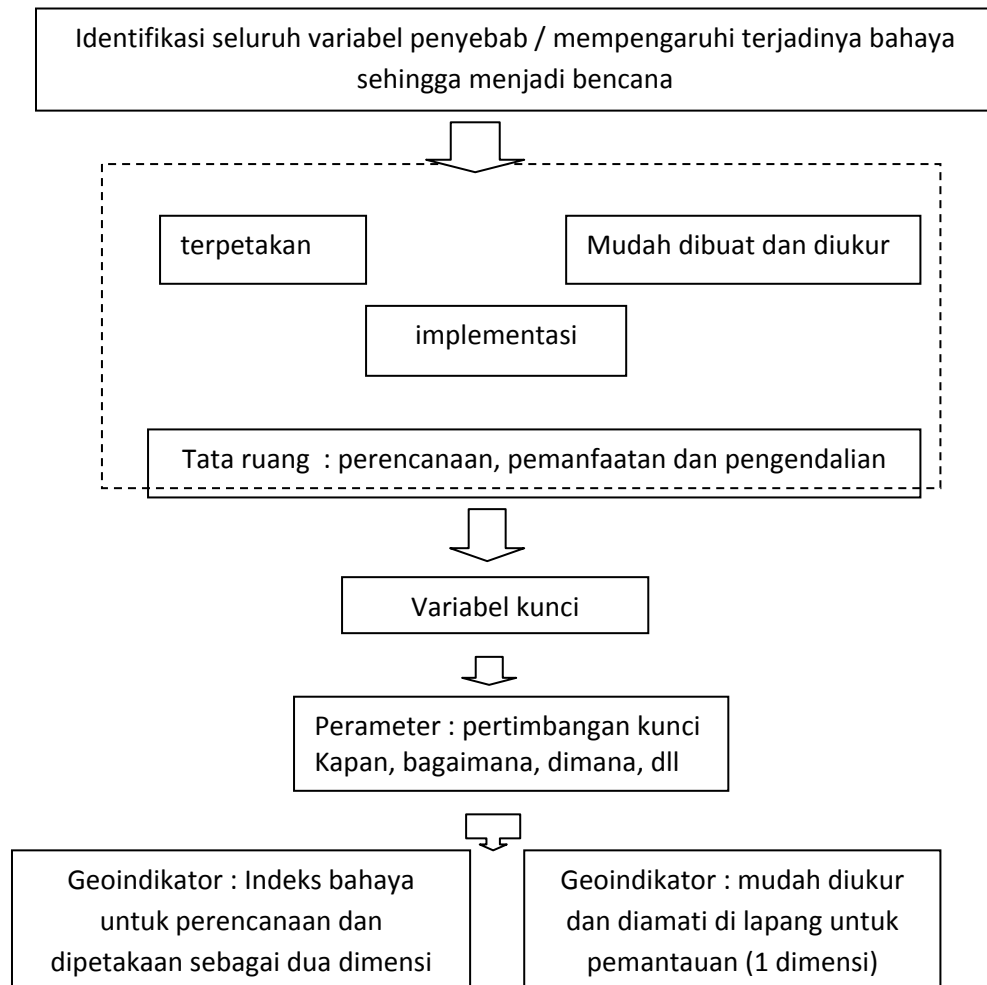
dibandingkan dengan melakukan eksperimen. Untuk keperluan penataan ruang di Indonesia diperlukan indikator fisik, yang lebih dapat dijadikan sebagai dasar perencanaan karena bersifat jangka panjang, yang saat ini dalam peraturan yang sudah ada masih umum, atau belum operasional. Selain itu indikator yang ada juga belum diketahui proses pemanfaatannya ke dalam dokumen penataan ruang. Berdasarkan konsep ini maka pencarian indikator ini dilakukan melalui penelusuran data sekunder di internet dan sumber lainnya dan serangkaian diskusi pakar secara intensif, yang selanjutnya diupayakan pendekatan pemasukan ke dalam dokumen penataan ruang..

#### 2.4. Metode Pelaksanaan

Untuk mendapatkan definisi geoindikator yang dimaksud maka dilakukan serangkaian proses diskusi, yang mengacu ke pencarian indikator sebagai berikut:

- a. Definisi bahaya (*hazard*) untuk masing-masing aspek kebencanaan.
- b. Identifikasi seluruh variabel penyebab atau yang mempengaruhi terjadinya bahaya sehingga menjadi bencana.
- c. Pilih seluruh komponen variabel penyebab tersebut, yang dapat dan atau mampu dipetakan untuk implementasi perencanaan ruang, dan juga dapat untuk keperluan pemantauan dan evaluasi ruang.
- d. Tetapkan variabel kunci (dari komponen variabel penyebab), untuk selanjutnya ditetapkan parameter geoindikatornya. Parameter yang dikembangkan sedianya diarahkan juga untuk mengetahui situasi/ lokasional secara spesifik sebagai salah satu kunci penetapan, seperti *where, when, how, dsb*, untuk dapat diujicobakan dalam dimensi ruang
- e. Menetapkan geoindikator berdasarkan Indeks Bahaya yang diperoleh dari parameter kunci untuk keperluan perencanaan, dan pencarian indikator lain untuk keperluan pemantauan sebagian bagian dari pengendalian,

Untuk memudahkan pemahaman tahapan kerja maka prosesnya disajikan pada Gambar 1 berikut.



**Gambar 1. Tahapan penentuan geoindikator untuk perencanaan dan pengendalian ruang**

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Bahaya yang Diinvestigasi dan Parameter

Kejadian bencana yang sudah banyak dikenal di Indonesia antara lain letusan gunung api (vulkan), gempa, tsunami, longsor, abrasi, erosi, kekeringan, kebakaran, pencemaran, penurunan air tanah, dll, mempunyai faktor-faktor yang sebagian sama, seperti lereng/morfologi, batuan/struktur geologi, tanah, penggunaan lahan, curah hujan, gelombang, dan lainnya (Tabel 1), yang masing-masing mempunyai peran spesifik.

Perbedaan peran setiap faktor ini membuat parameter kunci dalam proses penentuan variabel utama akan berbeda. Dalam setiap proses bahaya bencana, variabel tertentu berperan sebagai variabel utama, misalnya seperti pada gempa, dan vulkan maka unsur proses endogemik yang lebih berperan (unsur struktur/batuan), sedangkan pada tsunami unsur gelombang yang sangat berperan. Untuk longsor, maka unsur topografi sebagai kontrol utama (untuk gravitasi). Untuk erosi, kekeringan dan kebakaran,



maka unsur iklim (curah hujan) sangat berperan penting. Isu pencemaran dan penurunan air tanah, maka peran manusia dianggap sangat menonjol.

**Tabel 1. Beberapa Tipe Bahaya di Indonesia dengan Faktor yang Berperan Penting**

No	Bahaya	Lereng/ morfo	Batuan /struktur	Tanah	Penggunaan lahan	Curah hujan/air	Gelombang
1	gempa	v	<b>v</b>	v	-	-	-
2	vulkan	v	<b>v</b>	-	v	-	-
3	tsunami	v	<b>v</b>	-	v	-	<b>v</b>
4	longsor	<b>v</b>	v	v	v	v	-
5	abrasi	v	v	v	v		<b>v</b>
6	erosi	v	v	v	v	<b>v</b>	-
7	kekeringan	-	-	v	v	<b>v</b>	
8	kebakaran	v	-	v	v	<b>v</b>	
9	pencemaran	v	v	v	<b>v</b>	v	
10	penurunan air tanah		v	v	<b>v</b>	v	v

*V = berarti berperan penting dalam menentukan proses kemunculan bahaya*

Dari berbagai faktor yang dianggap berperan tersebut, unsur iklim, gelombang, batuan, dan struktur geologi lebih sulit dimodifikasi, dibandingkan dengan unsur penggunaan lahan, lereng dan tanah. Rekayasa ini biasanya dilakukan dalam bentuk penggunaan lahan. Tetapi peran manusia juga dapat mendorong terjadinya bahaya yang menjadi bencana.

### 3.2. Geoindikator yang Sudah Berkembang untuk Pemantauan

Geoindikator yang sudah banyak dipakai di negara lain dominan untuk keperluan pemantauan lingkungan, sedangkan di Indonesia geoindikator ini juga diarahkan untuk keperluan penataan ruang (perencanaan, pemanfaatan dan pengendalian), sehingga berbagai geoindikator dikembangkan berbeda. Untuk keperluan pengelolaan lingkungan sudah lazim menggunakan berbagai indikator. Indikator yang sudah berkembang pesat adalah untuk aspek ekonomi, aspek biologi, yang keduanya cenderung bersifat sangat dinamik dan cepat; sedangkan indikator dari aspek geo relatif belum berkembang karena umumnya dipersepsikan prosesnya lama sekali, padahal komponen fisik merupakan wadah aspek biologi dan sosial. Mengingat keperluan perencanaan yang membutuhkan waktu lama, maka di USA, IUGS mengembangkan indikator geo yang bersumber dari proses fisik bumi yang perubahannya terjadi dalam kurun waktu kurang dari 100 tahun, cepat atau perlahan, yang dapat diobservasi, sehingga dapat dipakai dalam pemantauan dan pelaporan perubahan lingkungan (IUGS, 2010).

Saat ini di USA sudah ada 27 geoindikator yang dipakai untuk keperluan pengelolaan taman nasional. Geoindikator tersebut dipengaruhi proses alami yang relatif cepat, manusia dan pengaruh kegiatan bumi masa lalu. Beberapa geoindikator yang

relevan di Indonesia disajikan di Tabel 2. Peran dari berbagai pengaruh ini disimpulkan berbeda, tetapi secara umum sebagian besar proses perubahannya sangat terlihat saat ini, dengan dominasi tinggi khususnya perubahan alami. Adapun pengaruh manusia relatif bervariasi dan yang berpengaruh sedang juga banyak, sedangkan efek dari konstruksi masa lalu relatif sedikit. Kondisi ini menegaskan geoindikator merupakan hasil interaksi alami dan manusia.

**Tabel 2. Beberapa Geoindikator di USA untuk Pemantauan Lingkungan (IUGS, 2010)**

No	Geoindikator	Bahaya	Pengaruh alami	Pengaruh manusia	Rekonstruksi masa lalu
1	reaktivasi dan formasi gumuk	kerusakan pantai	T	S	S
2	kimia air tanah di zona unsaturated	kerusakan air tanah	T	T	T
3	paras air tanah	kerusakan air tanah	S	T	R
4	kualitas air tanah	kerusakan lahan	T	T	L
5	aktivitas kapur	kerusakan kapur	T	S	T
6	komposisi dan pelapisan sedimen	kerusakan infrastruktur	T	T	T
7	seismisitas	gempa bumi	T	S	R
8	posisi garis pantai	abrasi	T	T	T
9	longsor	longsor	T	T	S
10	erosi dan sedimen	erosi	T	T	S
11	kualitas tanah	kerusakan / pencemaran	T	T	T
12	morfologi saluran sungai	kerusakan sungai	T	T	R
13	kandungan/ kapasitas sedimen	/waduk	T	T	S
14	suhu permukaan bawah tanah	Kekeringan	T	S	T
15	pergeseran permukaan	gempa bumi	T	S	S
16	kualitas air permukaan	pencemaran air sungai	T	T	R
17	gerakan tubuh vulkan	ledakan vulkanis	T	R	T
18	hidrologi, struktur, ukuran lahan basah	lahan basah	T	T	T

*v = relevan di Indonesia x = tidak relevan di Indonesia; t=tinggi; S= sedang; r=rendah*

Beberapa isu bencana di Indonesia seperti kebakaran dan kekeringan, malah tidak dikenal dalam geoindikator yang sudah dikenali pada Tabel 2 di atas. Contoh lain adalah kondisi lingkungan spesifik, seperti daerah gambut di tropis, dan saat ini sering menjadi daerah utama yang rawan kebakaran, juga memerlukan indikator dalam pengelolaannya. Dalam hal ini berarti geoindikator yang sudah diadopsi di negara lain, ada yang dapat dipakai dan mungkin perlu diadopsi di Indonesia, khususnya untuk pemantauan, sedangkan untuk keperluan perencanaan masih diperlukan identifikasi secara spesifik.

### 3.3. Perundangan Terkait dengan Penataan Ruang

Aspek legalitas untuk memanfaatkan data geoindikator dapat dilihat dari UU No 26, tahun 2007 tentang Penataan Ruang, yang sudah menyatakan bahwa Indonesia sebagai kawasan rawan bencana. Sehingga dalam penataan ruang diperlukan kawasan lindung berbasis kerawanan bencana, selain kategori kerawanan yang lain karena aspek lingkungan dan kondisi spesifik baik karena fisik maupun non-fisik (PP No 26 tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Nasional). Sejauh ini berbagai kriteria yang diperlukan untuk menentukan kawasan rawan bencana belum detail sehingga pelaksanaan penataan ruang masih jarang dilakukan atau kalau pun sudah diakomodasi akan ditujukan untuk penentuan kawasan lindung saja, tetapi belum dengan kriteria mantap dan detail.

Geoindikator yang pada awalnya dominan dipakai untuk keperluan pemantauan perubahan lingkungan, dan hal ini juga dipertegas dalam dalam UU No 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang menyatakan Pemerintah dan Pemda wajib mengembangkan sistem informasi lingkungan, dan salah satunya peta rawan lingkungan hidup. Selain itu, produk ini wajib dipublikasikan. Hal ini relevan dengan kondisi lingkungan tentang pentingnya pertimbangan daya dukung lingkungan untuk perencanaan ruang.

Penanggung jawab penataan ruang dan pengelolaan lingkungan berdasarkan UU No 32 tahun 2004 tentang Pemerintah Daerah, menegaskan bahwa hal tersebut merupakan urusan wajib. Pemda mempunyai kewajiban menata wilayahnya dan memasukkan komponen kebencanaan. Lebih lanjut berdasarkan UU No 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, menegaskan perlunya lembaga tentang penanggulangan bencana di daerah, yang bertanggung jawab untuk menyelenggarakan penanggulangan bencana, yang salah satunya untuk menyusun dan mendesiminasikan peta rawan.

### 3.4. Geoindikator dalam Penataan Ruang

Untuk keperluan perencanaan ruang diperlukan indikator yang dapat disajikan dalam dokumen RTRWP/K atau dipetakan. Berdasarkan variabel penyebab dan variabel mempengaruhi yang menghasilkan kenampakan fisik di lapangan, maka perlu dikembangkan suatu indeks komposit yang mencerminkan adanya interaksi antara berbagai faktor. Indeks komposit dibangun sebagian berdasarkan pertimbangan keilmuan dengan perhitungan kepentingan setiap faktor dan diberikan skor (nilai tertentu) dan pembobotan tertentu, yang selanjutnya dikalikan sehingga membentuk nilai tertentu.

Untuk penentuan indeks yang dibuat dalam bentuk peta, maka penggunaan teknologi SIG sangat disarankan karena kemampuannya mengintegrasikan berbagai data

ruang, yang sudah disajikan dengan mempertimbangkan skor dan bobot tertentu, dan akhirnya menghasilkan nilai tertentu (Barus dan Wiradisastra, 2000). Penggunaan teknologi SIG jika diintegrasikan dengan sarana penginderaan jauh juga efektif dalam mengamati kemungkinan adanya perubahan fisik tertentu di permukaan bumi, yang sudah jika diamati dari lapangan.

Interaksi berbagai faktor-faktor tersebut umumnya menghasilkan peta, tetapi beberapa peta dianggap sulit untuk diletakkan dalam dokumen perencanaan ruang seperti peta terkait dengan indeks kekeringan, kebakaran dan pencemaran. Gambaran singkat tentang indeks komposit yang dihasilkan untuk keperluan perencanaan dan pemantauan disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Tipe Rawan dan Geoindikator yang Disarankan untuk Dipakai dalam Perencanaan Ruang dan Keberadaannya dalam Perundangan Saat Ini**

No	Tipe Rawan	Geoindikator perencanaan	Kombinasi dari faktor-faktor	Geoindikator pemantauan
1	Longsor	Indeks bahaya longsor	Indeks ini merupakan gabungan faktor geologi, lereng, tanah, dan penggunaan / penutupan lahan	Mata air Kenampakan pohon
2	Abrasi	Indeks bahaya abrasi	Indeks ini merupakan gabungan faktor energi laut, kemiringan pantai, bahan induk di pantai, dan tutupan lahan	Perubahan garis pantai
3	Erosi	Indeks bahaya erosi untuk kemampuan lahan	Indeks ini merupakan gabungan dari tanah, curah hujan, lereng, dan penggunaan lahan	Kedalaman tanah Sedimentasi di sungai
4	Banjir	Indeks bahaya banjir untuk kemampuan lahan	Indeks ini merupakan gabungan faktor posisi, curah hujan, lereng, tanah, dan karakter sungai	Daerah banjir dan frekuensi
5	Kekeringan	-	Faktor iklim, tutupan lahan, geologi	Rekahan paras muka air
6	Kebakaran hutan dan lahan	-	Faktor curah hujan, tanah, tutupan lahan, bentuk lahan	Hotspot
7	Pencemaran tanah	Indeks bahaya pencemaran	Batuan, penggunaan/tutupan lahan, air	Kualitas tanah

Untuk keperluan perencanaan ruang, maka geoindikator perlu dipakai untuk penentuan kawasan rawan bencana. Geoindikator ini perlu dijadikan peta ruang, yang selanjutnya daerah yang paling rawan perlu direkomendasikan sebagai daerah kawasan lindung bencana (Barus, *et al.* 2010). Misalnya daerah rawan longsor, yang geoindikatornya sudah dibuat dengan pernyataan 'daerah rawan bencana longsor', dan hal ini perlu diperjelas dengan definisi rawan bencana longsor. Kalau sudah ada definisinya misalnya dari kombinasi sifat fisik lereng, batuan, dan lainnya yang spesifik, yang menghasilkan daerah rawan longsor, maka hasil dari kombinasi ini diterjemahkan dalam bentuk peta, yang selanjutnya direkomendasikan ke kawasan lindung.

Ilustrasi lain adalah daerah rawan erosi, juga mempunyai faktor mirip dengan longsor, tetapi dalam konteks peraturan penataan ruang, geoindikator ini diletakkan dalam bagian dari kemampuan lahan, yang biasanya kelas kemampuan lahan VII (kelas kemampuan yang rendah). Kelas kemampuan rendah ini jika dipetakan maka dapat direkomendasikan ke kawasan lindung. Secara operasional berarti adanya peta geoindikator yang menyatakan kategori peta rawan bencana akan mempermudah perencanaan ruang atau pembuatan peta RTRW. Tetapi mengingat terdapat berbagai kategori rawan bencana, maka perlu pemahaman secara cermat tentang tipe rawan bencana yang layak secara langsung diletakkan sebagai kawasan lindung bencana.

Untuk meletakkan geoindikator dalam dokumen perencanaan maka terdapat minimal dua pendekatan, yaitu (a) langsung didelineasikan dalam wujud ruang sebagai kawasan lindung bencana tertentu, dan (b) Secara tidak langsung masuk dalam ruang yang terkait dengan daya dukung lahan, salah satunya kemampuan lahan. Selain itu untuk menjadikan sebagai suatu ruang tersendiri, maka pertimbangan posisi dan ukuran secara ruang juga diperlukan. Jika ukuran terlalu kecil, maka tidak ideal dibuat sebagai suatu kawasan khusus.

#### **3.4.1. Pemanfaatan ruang**

Suatu zona yang sudah ditetapkan untuk peruntukan tertentu, masih memerlukan aturan atau teknik pengelolaan sesuai kemampuan atau kesesuaian kawasan. Peruntukan kawasan masih memerlukan pedoman lebih lanjut. Jika kawasan lindung sudah ditetapkan berdasarkan daerah bencana, maka otomatis penggunaannya sangat terbatas, tetapi jika kawasan tersebut mempunyai kategori tertentu dalam hal kebencanaan, maka untuk menahan kejadian bencana tidak muncul, maka metode pemanfaatan ruang harus sesuai kaidah lingkungan.

Dalam hal ini berarti adanya peta rawan bencana tertentu tidak selalu diletakkan sebagai dalam konteks penentuan kawasan lindung bencana, tetapi untuk memudahkan dalam pengelolaan ruang, atau dalam hal ini keperluan proses teknik adaptasi yang dikembangkan. Ilustrasi rawan bencana yang terkait dengan ilustrasi ini adalah rawan kekeringan (Effendi, 2010). Daerah yang paling kering tidak mudah dijadikan secara langsung sebagai kawasan lindung; tetapi yang perlu direkomendasikan adalah, kalau komoditas pertanian, maka perlu dilakukan pemilihan komoditas yang adaptif terhadap kondisi ekstrim kering, seperti jambu mete. Bila tidak terkait langsung dengan komoditas tahan kering, maka perlu upaya menyimpan air pada waktu musim hujan, dan lainnya.

Ilustrasi lain adalah kawasan yang rawan kebakaran, yang merupakan salah upaya teknologi untuk membuat kawasan sesuai untuk perusahaan tertentu (Komarsa, 2010), misalnya untuk menciptakan lingkungan tertentu sehingga tanah menjadi subur. Hal ini berkebalikan dengan daerah yang rawan sekali longsor, yang direkomendasikan menjadi kawasan lindung karena lebih mahal dan tidak efisien menjadikan kawasan tersebut sebagai daerah budidaya. Dalam konteks ini, geoindikator kebencanaan malah belum dikenali dalam perundangan di Indonesia (dalam peraturan penataan ruang tidak dikenali rawan bencana kebakaran, walaupun rutin muncul di Indonesia).

Untuk keperluan pemanfaatan maka peta geoindikator yang sudah dibuat hendaknya tetap dijadikan sebagai referensi untuk pemanfaatan ruang, selain dokumen RTRW; dan selanjutnya dilengkapi dengan petunjuk pengelolaannya.

### **3.4.2. Pengendalian ruang**

Ruang yang sudah ditetapkan peruntukannya, jika dimanfaatkan maka secara rutin perlu dipantau dan selanjutnya dievaluasi. Proses pengendalian secara umum dilakukan oleh pemerintah daerah melalui pemantauan data perizinan yang diberikan oleh pihak otoritas. Jika sudah diberikan perizinan, dan ternyata merusak lingkungan, berarti isu teknis menjadi penting dievaluasi. Salah satu bahan mengevaluasinya adalah data atau peta geoindikator. Tetapi mengingat untuk penilaian kondisi lapangan yang perlu cepat dan mudah maka indikator-geo yang dipakai juga perlu disesuaikan. Indikator geo untuk perencanaan biasanya diorientasikan untuk mencegah, sedangkan indikator geo untuk penilaian cepat sebaiknya berbeda (Tabel 3). Dalam peraturan perundangan di penataan ruang, komponen pemantauan belum disinggung, dan baru diarahkan ke aspek administratif, dan jika terjadi kesalahan maka akan diberikan sanksi, baik untuk pemberi izin maupun untuk perusak lingkungan atau pengguna ruang.

Mengingat pertimbangan penting dalam keperluan pengendalian adalah pemantauan, maka teknologi yang layak dilakukan untuk memantau ruang adalah teknologi inderaja, karena mempunyai karakter seperti adanya ketersediaan secara rutin dan sudah berkembang teknologi dan datanya. Demikian juga sudah tersedianya banyak tenaga akhlinya. Data inderaja juga selanjutnya dapat dengan mudah diintegrasikan dengan SIG khususnya untuk keperluan menganalisis data yang bersifat waktu yang berbeda.

#### 4. KESIMPULAN DAN PROSPEK

##### Kesimpulan

- i. Geoindikator yang sudah teridentifikasi adalah untuk untuk bahaya longsor, abrasi, erosi, kekeringan, kebakaran, banjir dan pencemaran, yang secara detil masih akan dikembangkan.
- ii. Geoindikator untuk perencanaan disajikan dalam bentuk indeks bahaya, yang merupakan komposit dari berbagai faktor, dan diterjemahkan dalam bentuk peta dengan bentuk data dimensi dua (data area). Kategori data yang bernilai sangat bahaya direkomendasikan sebagai daerah yang disajikan sebagai kawasan lindung dalam perencanaan ruang.
- iii. Geoindikator untuk pemanfaatan disajikan tetap sebagai indeks bahaya yang diletakkan dalam peta dimensi dua, tetapi sebagai referensi pemanfaatan ruang, selain peta RTRW. Dalam pemanfaatan ruang kawasan budidaya diharapkan mempertimbangkan potensi ruang menjadi daerah bencana jika salah pengelolaan.
- iv. Geoindikator untuk pemantauan dibuat berbentuk kenampakan fisik yang mudah dilihat dan diukur dan disajikan dalam bentuk dimensi satu (titik), selain itu kemungkinan kemudahan dipantau dari teknologi inderaja.
- v. Semua indeks bahaya untuk erosi, longsor, banjir, abrasi, dan pencemaran tanah dapat diarahkan untuk ke komponen perencanaan dan pengendalian, kecuali untuk kekeringan dan kebakaran yang diarahkan untuk keperluan pemanfaatan dan pengendalian.
- vi. Penggunaan teknologi seperti SIG dan inderaja disarankan dipakai untuk penataan ruang, karena kemampuannya yang spesifik mengelola data ruang.

##### Prospek

Pengkajian lebih lanjut tentang kuantifikasi indikator berupa indeks atau bentuk lain diperlukan terutama dikaitkan dengan kondisi lokal. Selain itu upaya memasukkan data geoindikator ke dalam teknologi spasial masih diperlukan khususnya untuk tingkat kedetilan bencana yang berbeda, sesuai kondisi data di Indonesia

#### UCAPAN TERIMA-KASIH

Pengkajian ini dapat dilakukan atas dukungan pembiayaan Kementerian Ristek pada tahun 2010, dan kepada lembaga ini disampaikan ucapan terima-kasih. Selain itu sebagian tulisan ini berkembang karena proses diskusi dengan beberapa nara-sumber, dan kepada mereka diucapkan terima-kasih.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Barus, B. dan U.S. Wiradisastra, 2000. SIG : Sarana Manajemen Sumberdaya. Jurusan Tanah, IPB
- Barus, B. U. Sudadi, B. Tjahjono dan L.S. Imam. 2010. Pengembangan Indikator-geo untuk Pengelolaan Risiko bencana dan penataan ruang di indonesia. Makalah (draft)
- Effendi, S. 2010. Pengembangan indikator-geo untuk bahaya kekeringan di Indonesia. Makalah (draft)
- [WWW2.nature.nps.gov/grd/geology/monitoring/parameters.htm](http://WWW2.nature.nps.gov/grd/geology/monitoring/parameters.htm) (about descriptions of the 27 geoindicators)
- [www.igt.it/geoin](http://www.igt.it/geoin) (web site of the IUGS geoindicators)
- UU No 32 tahun 2004 tentang Pemerintah Daerah PP No 26 tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Nasional
- UU No 26, tahun 2007 tentang Penataan Ruang
- UU NO 24 TAHUN 2007 tentang Penanggulangan Bencana
- UU No 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup