

PROCEEDING INTERNATIONAL SEMINAR



Theme:
**REVITALIZATION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN NEW ERA:
PERSPECTIVES OF SOCIAL SCIENCES**

Writer:
Joseph Mula, et al

Editor:
Eko Handoyo
Moh Yasir Alimi



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



FACULTY OF SOCIAL SCIENCES
SEMARANG STATE UNIVERSITY
15 June 2013

**PROCEEDING
INTERNATIONAL SEMINAR**

Theme:

**REVITALIZING SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN NEW
ERA: PERSPECTIVES OF SOCIAL SCIENCES**

ISBN: 978-602-8517-69-0

Penulis:

Joseph Mula, dkk

Editor:

Eko Handoyo

Moh Yasir Alimi

Desain Cover:

Basuki

Desain Lay Out:

Meldy Septiawan

Cetakan I, Juni 2013

Penerbitan kerjasama antara:

1. Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Semarang
2. Widyaloka - Semarang

Anggota IKAPI Nomor : 117/JTE/2008

Cetakan I, Juni 2013

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

All right reserved

Daftar Isi

Daftar Isi	iii
Prakata Dekan FIS Unnes	vii
Pengantar Penyunting	ix
Economic Contribution In Achieving Sustainable Development	
Joseph mula	1
Criticism of Social and Development Revitalization Civilized	
Suwito Eko Pramono	11
Revitalisasi Pembangunan Berkelanjutan di Era Baru dalam Perspektif Ilmu-Ilmu Sosial	
Suyahmo	23
The Contribution of Social Science in Support Sustainable Development	
Rustinsyah	37
Peran Ilmu Sosial Dalam Membangun Solidaritas Bangsa Indonesia (Perspektif Sosiologi)	
Elly Kismini	43
Membangun Dengan Hati	
Y.Y.F.R. Sunarjan	55
Pembangunan Masyarakat Berkelanjutan dan Dehumanisasi Sosio-Kultural	
Syafruddin	71
Pemodelan Habitat Elang Jawa (<i>Spizaetus Bartelsi</i>) dengan Menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis) di Kabupaten Bogor	
Margareta Rahayuningsih	79
Coastal Community Response in Abrasion Disaster (Case Study Of Rural Bedono Community, Demak Regency)	
Tjaturahono Budi Sanjoto	89
Lahars Disaster Impact Assessment on Agricultural Lands and Settlements Using Spatial Approach in The Surrounding of Kaliputih, Magelang	
Jumadi, Priyono, Muhammad Agung Al-Rasyid	97
Social Characteristic Identification For Earthquake Risk Assessment In Pleret Sub-District Yogyakarta	
Aditya Saputra, Priyono, Dan Jumadi	107
✓ Potensi Kerentanan Sumberdaya Air Tanah Bebas di Kota Subulussalam	
Arief Rachmat, Ananto Aji	115
Tenurial Insecurity pada Tanah Pasca Tambang Timah (Studi Kasus di Kabupaten Bangka Tengah)	
Asma Luthfi	127
Preparing Competitive and Indonesian-Chartered Graduates (An Academic Cultural Perspective)	

POTENSI KERENTANAN SUMBERDAYA AIR TANAH BEBAS DI KOTA SUBULUSSALAM

Arief Rachmat¹, Ananto Aji²

Abstrak

Air tanah merupakan salah satu sumberdaya alam penting yang digunakan sebagai sumber air bersih. Pada beberapa kasus, air tanah tersedia melimpah, tetapi tidak memenuhi kriteria baku mutu. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap mutu air tanah, baik alami maupun non alami. Salah satu cara untuk mengetahui mutu air tanah adalah dengan menilai tingkat kerentanan air tanah tersebut terhadap potensi pencemarannya.

Metoda DRASTIC dapat digunakan untuk mengetahui sebaran kerentanan air tanah terhadap pencemaran. Metoda DRASTIC merupakan kependekan dari drain (D), rain (R), Aquifer (A), Soil (S), Topography (T), Infiltration (I), dan Conductivity (C). Metoda ini pada dasarnya merupakan cara pembobotan dan penilaian parameter terpilih, selanjutnya dengan sistem informasi geografis (SIG) ditentukan lokasi yang mengalami kerentanan statis dan kerentanan dinamis air tanah bebas. Kerentanan statis air tanah bebas mencerminkan sensitivitas kondisi fisik lokasi penelitian terhadap potensi pencemaran air tanah bebas, sedangkan kerentanan dinamis air tanah bebas mencerminkan perubahan tingkat sensitivitas terhadap pencemaran karena pengaruh penggunaan lahan di atasnya.

Berdasarkan hasil penelitian ternyata sebagian besar wilayah Kota Subulussalam Propinsi Nangroe Aceh Darussalam memiliki tingkat kerentanan statis dan dinamis air tanah sangat tinggi dan tinggi, sehingga pilihan alokasi ruang bagi pengembangan kawasan industri dan kegiatan lain yang berisiko terhadap pencemaran air tanah menjadi terbatas.

Keyword: mutu air tanah, metoda DRASTIC, kerentanan statis, kerentanan dinamis.

Pendahuluan

Air merupakan sumber kehidupan, tanpa air tidak ada kehidupan manusia, hewan maupun tumbuhan. Masyarakat memiliki kecenderungan memilih tempat tinggal yang dekat dengan sumber air. Sumber air tersebut diharapkan dapat mencukupi kebutuhan mereka untuk air minum, penggunaan domestik, hewan peliharaan, pertanian, dan lainnya. Salah satu sumber air yang sering digunakan sebagai air bersih perkotaan adalah air tanah bebas.

Untuk memenuhi kebutuhan manusia, ketersediaan air tanah bebas dinilai berdasarkan aspek kuantitas maupun kualitasnya. Seringkali ketersediaan air tanah bebas berlimpah dari segi kuantitas, namun dari segi kualitas tidak memenuhi syarat kesehatan (Appelo and Postman, 1993). Banyak faktor yang berpengaruh terhadap kualitas air, baik alami maupun non alami. Faktor alami yang berpengaruh terhadap kualitas air meliputi iklim, geologi, vegetasi dan waktu; sedangkan faktor non alami adalah aktivitas manusia (Merchant, 1994). Tingkat risiko pencemaran air tanah bebas dapat dinilai berdasarkan indeks kerentanan statis dan kerentanan dinamisnya.

Kota Subulussalam merupakan salah satu kota di Propinsi Nangroe Aceh Darussalam yang sedang giat-giatnya melaksanakan pembangunan di berbagai sektor. Kegiatan pembangunan tersebut membutuhkan alokasi ruang yang tepat sesuai daya dukungnya.

¹ Peneliti Pusat Penelitian Geoteknologi – LIPI. Jl. Sangkuriang Bandung, Kode Pos 40135

² Dosen Jurusan Geografi Universitas Negeri Semarang. Kampus Sekaran Gunungpati Semarang, Kode Pos 50229

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai dasar dalam menentukan perencanaan, pemanfaatan dan pengendalian ruang. Di samping itu, hasil penelitian ini juga diharapkan memberikan kontribusi bagi pengelolaan lingkungan kota.

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk menentukan keefektifan lapisan batuan pada zona tidak jenuh air di bagian atas akuifer sebagai lapisan pelindung air tanah terhadap bahan pencemar (polutan). Adapun tujuan dari penelitian ini meliputi : (1) Mengetahui sebaran masing-masing parameter; yang meliputi kedalaman muka air tanah, curah hujan, media akuifer, tekstur tanah, elevasi, media zona tak jenuh, dan konduktifitas hidrolik; (2) Mengetahui sebaran penggunaan lahan yang merupakan potensi sumber pencemaran air tanah; dan (3) Mengevaluasi sebaran tingkat kerentanan air tanah terhadap potensi pencemaran yang mungkin terjadi.

Kondisi Umum Wilayah Studi

Wilayah studi potensi kerentanan sumberdaya air tanah bebas dalam penelitian ini meliputi seluruh wilayah Kota Subulussalam, Propinsi Nangroe Aceh Darussalam. Kota Subulussalam terdiri dari 5 kecamatan yaitu Simpang Kiri, Penanggalan, Rundeng, Sultan Daulat, dan Longkip. Secara umum bentang alam daerah kajian merupakan dataran rendah, sedang dan tinggi yang terletak di bagian perbukitan pegunungan. Ketinggian wilayah ini mulai kurang lebih 25 meter hingga kurang lebih 1.250 meter di atas muka laut.

Kondisi penggunaan lahan wilayah Kota Subulussalam dan sekitarnya secara umum merupakan lahan pertanian, perkebunan, persawahan, peladangan, kebun campuran, pemukiman, hutan lindung dan hutan konservasi. Di beberapa wilayah bagian punggungan dan perbukitan tinggi merupakan daerah tangkapan atau resapan air maupun zona penyangga khususnya di bagian utara. Adapun kondisi topografi Kota Subulussalam sangat bervariasi, terdiri dari dataran rendah, bergelombang, berbukit, hingga pegunungan dengan tingkat kemiringan mulai datar hingga sangat curam atau terjal (Aldiss, Whandoyo, Ghazali, dan Kusyono; 1983).

Metodologi

Penelitian tentang kerentanan air tanah bebas terhadap potensi pencemaran dilakukan dengan model DRASTIC. Istilah DRASTIC merupakan akronim dari drain (disingkat D), rain (R), Aquifer (A), Soil (S), Topography (T), Infiltration (I), dan Conductivity (C). Model ini pada dasarnya merupakan cara pembobotan dan penilaian parameter yang berpengaruh terhadap potensi pencemaran air tanah bebas. Untuk mempermudah proses pengolahan data dan analisis, digunakan alat bantu sistem informasi geografis (SIG). Penggunaan SIG untuk mengkaji kerentanan pencemaran air tanah bebas telah dimulai sejak tahun 1987, diantaranya dilakukan oleh Merchant (1994). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh banyak ahli, dalam beberapa kasus penerapan model DRASTIC terdapat kelemahan dalam hal kualitas data, formula model, validasi model, dan usulan peningkatan model. Salah satu yang disarankan oleh Merchant adalah melakukan modifikasi model dengan menambahkan faktor penggunaan lahan. Pertimbangan utamanya adalah bahwa penggunaan lahan berkaitan erat dengan potensi pencemaran air tanah.

Pengumpulan Data

Untuk menerapkan model DRASTIC perlu dilakukan inventarisasi dan identifikasi data geologi, hidrogeologi dan data lain yang berkaitan dengan kerentanan air tanah. Data dimaksud meliputi pemetaan kedalaman muka air tanah, media akuifer, pengamatan tekstur

tanah, elevasi atau ketinggian wilayah, kemiringan lereng, media zona tak jenuh, dan konduktifitas hidrolik (hasil pengukuran pumping test), kondisi tata guna lahan, dan data curah hujan. Untuk memperoleh data tersebut dilakukan koleksi dan klarifikasi dari berbagai instansi terkait. Disamping itu, juga dilakukan wawancara dengan lembaga terkait dan responden di lapangan.

Data dan informasi yang telah terkumpul kemudian dikelompokkan dan ditabulasi, selanjutnya dibuat peta poligonnya untuk kepentingan pengolahan data dengan SIG. Pada Tabel 1 ditampilkan data parameter geohidrologi yang dibutuhkan untuk pengolahan dengan Model DRASTIC.

Tabel 1. Data Parameter Hidrogeologi Untuk Model DRASTIC

No	Tipe Data	Sumber	Format	Skala Peta	Tahun	Jenis Peta untuk SIG
1.	Muka air tanah	Dinas Pekerjaan Umum dan Insitu	Tabel	1 : 50.000	2011	Kedalaman muka air tanah/D Recharge / R
2.	Curah hujan	Badan Meterorologi Klimatologi dan Geofisika	Tabel	1 : 50.000	2010	
3.	Geologi	Pusat Survei Geologi Bandung	Peta	1 : 50.000	1983	Akuifer / A
4.	Tanah	Pusat Penelitian Tanah Bogor	Peta	1 : 50.000	1987	Soil / S
5.	Topografi	Bakosurtanal	Lembar peta	1 : 50.000	1986	Topografi / T
6.	Penampang tanah	Insitu	Peta	1 : 50.000	2011	Pengaruh zona tak jenuh / I
7.	Konduktifitas hidrolik	Insitu	Tabel	1 : 50.000	2011	Konduktivitas hidrolik / C

Pengolahan Data

Prinsip penilaian kerentanan air tanah bebas yang bersifat statis adalah perkalian antara bobot (w) dan nilai (r) setiap paramater yang dipertimbangkan, selanjutnya perkalian semua parameter dijumlahkan. Nilai hasil perhitungan tersebut dikenal sebagai Indeks DRASTIC. Bobot masing-masing parameter kerentanan air tanah bebas terhadap pencemaran ditampilkan pada Tabel 2. Adapun nilai masing-masing parameter kerentanan air tanah bebas terhadap pencemaran ditampilkan pada Tabel 3. Perhitungan indeks DRASTIC dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Indeks DRASTIC} = D_w D_r + R_w R_r + A_w A_r + S_w S_r + T_w T_r + I_w I_r + C_w C_r, \dots$$

Keterangan :

- D = kedalaman muka air tanah
- R = curah hujan
- A = media akuifer
- S = tekstur tanah
- T = topografi (lereng)
- I = media zona tak jenuh
- C = konduktivitas hidraulik
- w = bobot masing-masing parameter
- r = nilai masing-masing parameter

Tabel 2. Bobot Parameter Kerentanan Air Tanah Bebas terhadap Pencemaran

Parameter	Bobot
Kedalaman muka air tanah	5
Curah hujan	4
Media akuifer	3
Tekstur tanah	2
Lereng	1
Media zona tak jenuh	5
Konduktivitas hidrolik	3
Penggunaan lahan	4

Sumber: Aller, et al. (1987, dalam Rosen, 1993); Widyastuti (2003).

Tabel 3. Nilai Setiap Parameter Kerentanan Air Tanah Bebas terhadap Pencemaran

No	Parameter Kerentanan	Nilai
	Interval kedalaman (m)	10
1	0-1,5	9
2	1,5-3	7
3	3-9	5
4	9-15	3
5	15-22	2
6	22-30	1
7	> 30	
	Curah hujan (mm/th)	2
1	0 – 1500	4
2	1500 -2000	6
3	2000 – 2500	8
4	2500 -3000	10
5	>3000	
	Media akuifer	2
1	Shale masif	3
2	Batuan metamorf/beku	4
3	Batuan metamorf/beku lapuk	6
4	Batupasir tipis, shale dan batugamping	6
5	Batupasir masif	6
6	Batugamping masif	8
7	Pasir dan kerikil	9
8	Basal	10
9	Batu gamping karst	
	Tekstur tanah	10
1	Tipis	10
2	Kerikil	9
3	Pasir	
4	Shrinking dan atau agregat lempung	7
5	Geluh pasiran(sandy loam)	6
6	Geluh (loam)	5
7	Geluh lanauan (silty loam)	4
8	Geluh lempungan (clay loam)	3
9	Non shrinking dan non agregat lempung	1

No	Parameter Kerentanan	Nilai
Lereng (%)		
1	0 – 2	10
2	2 – 6	9
3	6 – 12	5
4	12 – 18	3
5	> 18	1
Material zona tak jenuh		
1	Lanau/lempung	1
2	Shale	3
3	Batu gamping	6
4	Batu pasir	6
5	<i>Bedded limestone, batupasir, shale</i>	6
6	Shale dan kerikil dengan lanau dan lempung cukup	6
7	Pasir dan kerikil	4
8	Batuan metamorf/beku	8
9	Basal	9
10	Batu gamping karst	10
Konduktivitas hidrolik (mm/hari)		
1	0 – 0,86	1
2	0,86 – 2,59	2
3	2,59 – 6,05	4
4	6,05 – 8,64	6
5	8,64 – 17,18	8
6	> 17,18	10

Sumber : Aller et al. (1987 dalam Rosen, 1993).

Selanjutnya untuk penilaian kerentanan air tanah bebas dinamis adalah dengan menjumlahkan Indeks DRASTIC dan hasil perkalian antara bobot (w) dan nilai (r) penggunaan lahan, yang dirumuskan sebagai Indeks Kerentanan. Nilai masing-masing jenis penggunaan lahan ditampilkan pada Tabel 4. Adapun rumus Indeks Kerentanan adalah:

Indeks Kerentanan = Indeks DBASTIC + Luw Lur (2)

Keterangan :

Luw = bobot penggunaan lahan

Lur = nilai penggunaan lahan

Tabel 4. Nilai Penggunaan Lahan

Tipe Penggunaan Lahan	Nilai
Lahan kosong/tak terolah	1
Hutan	1
Kebun/perkebunan	3
Tegalan	3
Persawahan	2
Permukiman:	
- Jumlah penduduk rendah	5
- Ada lokasi industri dan peternakan	6
- Jumlah penduduk sedang	7
- Ada lokasi industri dan peternakan	8
- Jumlah penduduk tinggi	9
- Ada lokasi industri dan peternakan	10

Pembahasan

Kerentanan Statis

Berdasarkan hasil analisis melalui teknik tumpang susun (*overlay*) diperoleh nilai kerentanan statis (indeks DRASTIC) dengan rentang indeks antara 73 – 180. Indeks kerentanan statis air tanah bebas mencerminkan sensitivitas kondisi fisik daerah penelitian terhadap pencemaran bagi air tanah bebas. Klasifikasi kerentanan air tanah bebas yang bersifat statis untuk daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 5, sedangkan distribusi spasialnya dapat dilihat pada Gambar 1.

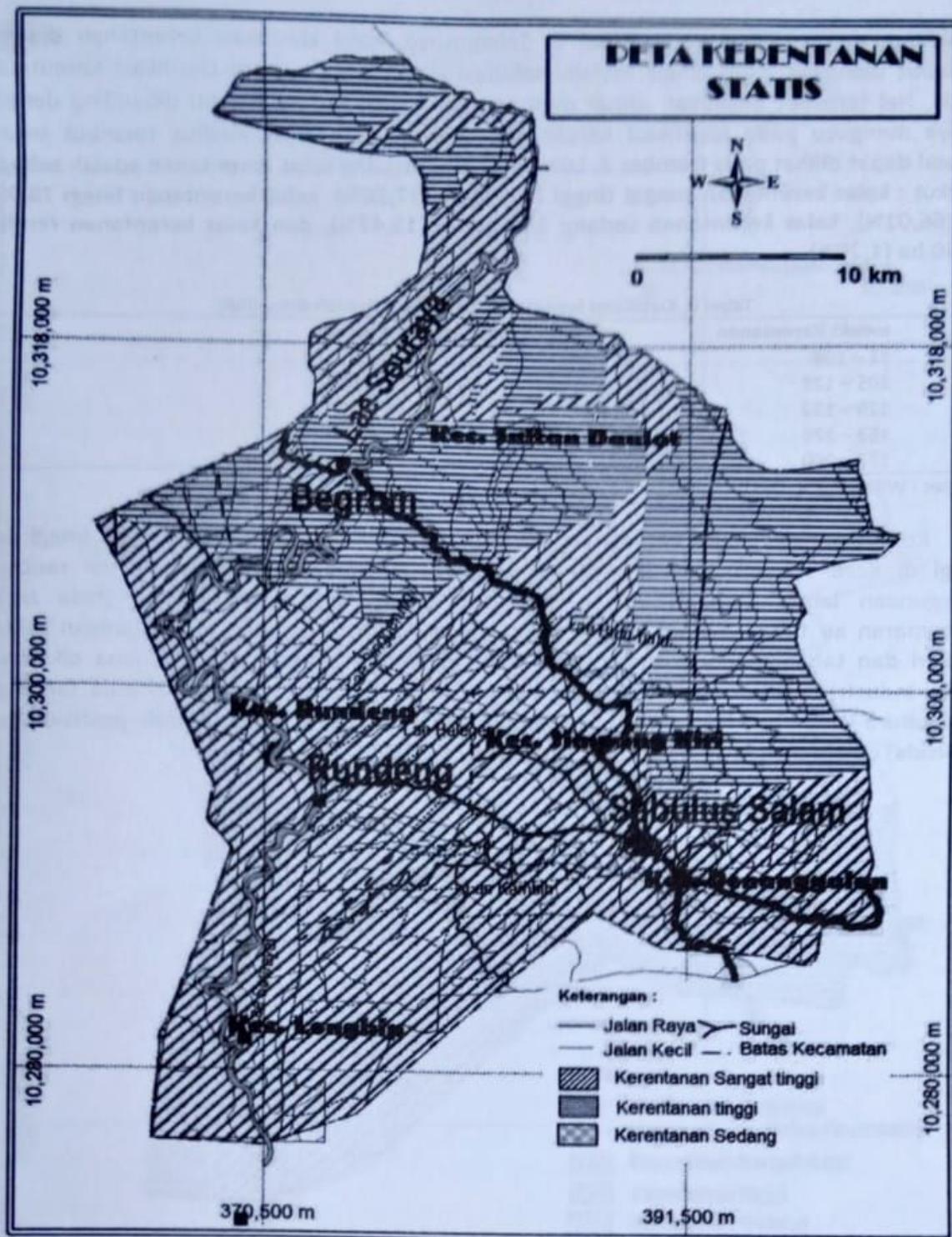
Informasi Tabel 5 dan Gambar 1 menunjukkan bahwa sebaran masing-masing kelas kerentanan terdapat di setiap kecamatan di Kota Subulussalam. Paling luas adalah kelas kerentanan sangat tinggi yaitu 77.240 ha (65,05%), kedua adalah kerentanan tinggi sebesar 40.910 ha (34,20%), serta kerentanan sedang hanya 880 ha (0,73%).

Kondisi sebaran kelas kerentanan statis yang didominasi rentang sangat tinggi dan tinggi di Kota Subulussalam (118.150 hektar atau 99,25%) kurang menguntungkan bagi kepentingan rencana pemanfaatan ruang, mengingat pilihan alokasi ruang menjadi terbatas bagi kegiatan-kegiatan yang sensitif atau berpotensi mencemari air tanah bebas.

Tabel 5. Klasifikasi Kerentanan Statis Air Tanah Bebas di Lokasi Penelitian

No	Indeks DRASTIC	Klasifikasi Kerentanan
1	73 – 92	Tidak rentan
2	93 – 112	Kerentanan rendah
3	113 – 132	Kerentanan sedang
4	133 – 152	Kerentanan tinggi
5	153 – 172	Kerentanan sangat tinggi.

Sumber : Widystuti (2004).



Gambar 1. Peta kerentanan statis air tanah bebas terhadap pencemaran

Kerentanan Dinamis

Tumpang susun parameter DRASTIC dengan peta penggunaan lahan menghasilkan nilai indeks kerentanan dinamis dengan rentang antara 81 – 200. Indeks kerentanan dinamis air tanah bebas ini mencerminkan perubahan tingkat sensitivitas terhadap pencemaran yang diakibatkan pengaruh penggunaan lahan di atasnya. Klasifikasi kerentanan dinamis lokasi

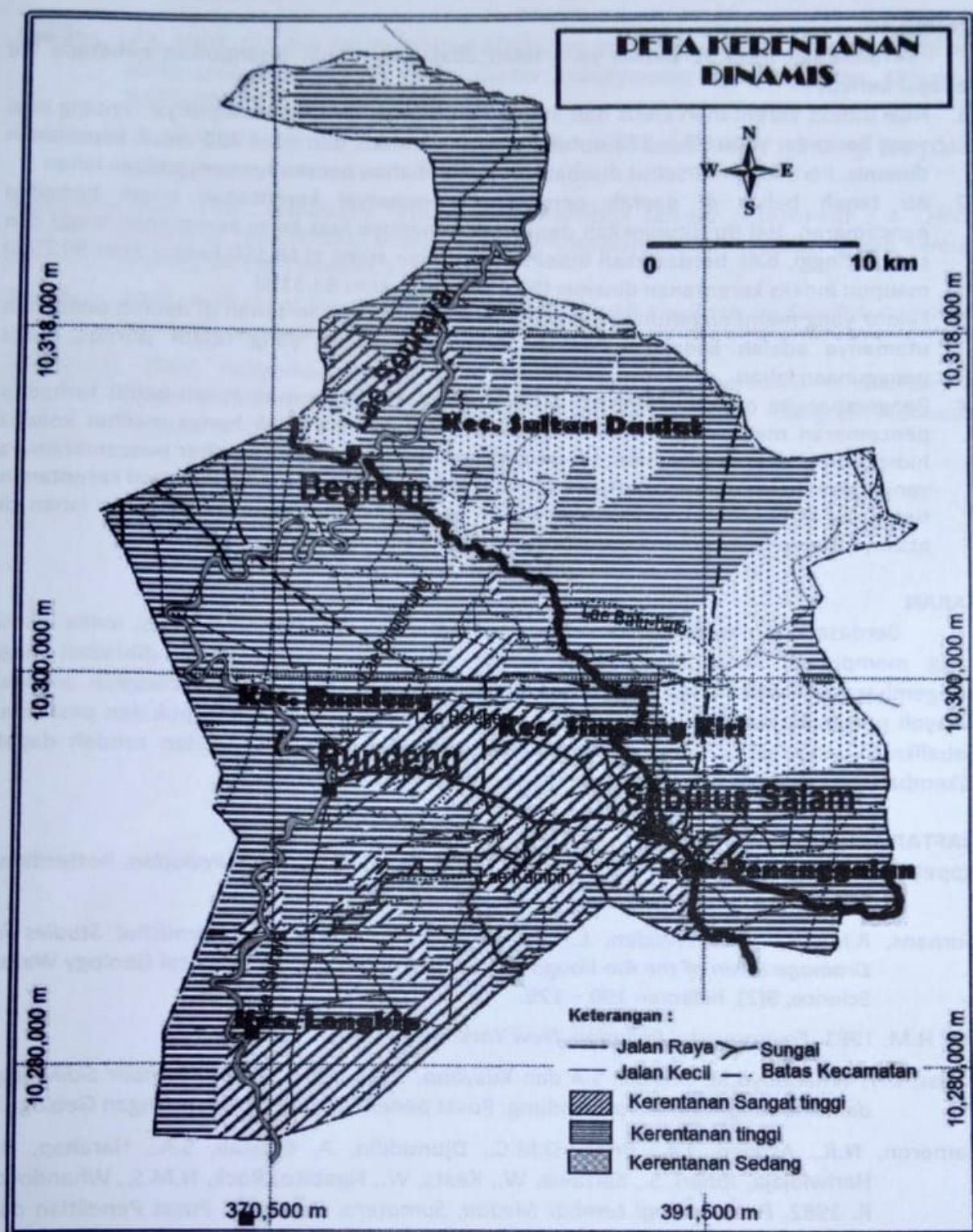
penelitian dapat dilihat pada Tabel 6. Selanjutnya, hasil klasifikasi kerentanan dinamis tersebut dianalisis lebih lanjut melalui tabulasi silang dengan hasil klasifikasi kerentanan statis. Hal tersebut dilakukan untuk memperoleh hasil yang lebih teliti dibanding dengan hanya mengacu pada klasifikasi kerentanan dinamis saja. Hasil analisis tersebut secara spasial dapat dilihat pada Gambar 2. Luasan masing-masing kelas kerentanan adalah sebagai berikut : kelas kerentanan sangat tinggi 20.700 ha (17,30%), kelas kerentanan sedang sebagai berikut : kelas kerentanan sangat tinggi 20.700 ha (17,30%), kelas kerentanan sedang sebagai berikut : kelas kerentanan sangat tinggi 20.700 ha (17,30%), kelas kerentanan sedang sebagai berikut : kelas kerentanan sangat tinggi 20.700 ha (17,30%), dan kelas kerentanan rendah 1.440 ha (1,20%).

Tabel 6. Klasifikasi kerentanan dinamis di daerah penelitian

No	Indeks Kerentanan	Klasifikasi Kerentanan
1	81 – 104	Tidak rentan
2	105 – 128	Kerentanan rendah
3	129 – 152	Kerentanan sedang
4	153 – 176	Kerentanan tinggi
5	177 – 200	Kerentanan sangat tinggi.

Sumber : Widyastuti (2003).

Kondisi sebaran kelas kerentanan dinamis yang didominasi rentang sangat tinggi dan tinggi di Kota Subulussalam (99.650 hektar atau 83,31%) menjadikan pilihan rencana penggunaan lahan perlu dilakukan secara hati-hati karena dihadapkan pada risiko pencemaran air tanah bebas. Dengan demikian alokasi ruang bagi pengembangan sektor industri dan tanaman hortikultura perlu lebih selektif dilakukan. Sebagaimana diketahui sektor industri secara umum berpotensi mencemari lingkungan, demikian pula tanaman hortikultura yang biasanya sangat intensif menggunakan bahan kimia (pupuk, pestisida dan herbisida) dalam proses budidaya.



Gambar 2. Peta kerentanan dinamis air tanah bebas terhadap pencemaran

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Nilai indeks kerentanan statis dan indeks kerentanan dinamis mempunyai rentang nilai yang berbeda, yaitu 73 – 172 untuk kerentanan statis dan 81 – 200 untuk kerentanan dinamis. Perbedaan tersebut disebabkan penambahan parameter penggunaan lahan.
2. Air tanah bebas di daerah penelitian mempunyai kerentanan tinggi terhadap pencemaran. Hal itu ditunjukkan dengan dominannya luas kelas kerentanan tinggi dan sangat tinggi, baik berdasarkan indeks kerentanan statis (118.150 hektar atau 99,25%) maupun indeks kerentanan dinamis (99.650 hektar atau 83,31%).
3. Faktor yang mempengaruhi tingginya tingkat kerentanan air tanah di daerah penelitian utamanya adalah kedalaman muka air tanah, materi yang relatif porous, serta penggunaan lahan.
4. Pengembangan metode DRASTIC untuk prediksi kerentanan air tanah bebas terhadap pencemaran memberikan hasil yang relatif detil, karena tidak hanya melihat kondisi hidrogeologi daerah penelitian tetapi juga mempertimbangkan sumber pencemarannya yang dalam hal ini diwakili oleh penggunaan lahan. Daerah yang mempunyai kerentanan tinggi dapat berubah menjadi kerentanan sangat tinggi karena penggunaan lahan di atasnya mempunyai potensi yang tinggi mencemari lingkungan.

SARAN

Berdasarkan informasi peta kerentanan statis dan kerentanan dinamis, maka lokasi yang mempunyai kerentanan tanah sangat tinggi dan tinggi perlu dihindari bagi pengembangan kawasan industri. Sebaiknya pada lokasi tersebut dikembangkan sebagai wilayah pertanian tanaman tahunan yang tidak banyak menggunakan pupuk dan pestisida. Sebaliknya untuk lokasi yang mempunyai indeks kerentanan sedang dan rendah dapat dikembangkan menjadi wilayah industri atau pertanian intensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Appelo, C.A.J. dan Postma, D. 1993. *Geochemistry, Groundwater and Pollution*. Rotterdam: A.A. Balkema.
- Cornans, R.N.J., van der Weijden, C.H., dan Vried, S.P. 1987. *Geochemical Studies in Drainage Basin of the Rio Vouga*. Portugal: Journal of Environmental Geology Water Science, 9(2), halaman 199 – 129.
- Dix, H.M. 1981. *Environmental Pollution*. New York: John Wiley and Sons.
- Aldiss, D.T, Whandoyo,R., Ghazali, S.A dan Kusyono. 1983. *Peta Geologi Lembar Sidikalang dan Sinabang, Sumatera*. Bandung: Pusat penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Cameron, N.R., Aspden, J.A., Brige, D.M.C., Djunuddin, A, Ghazali, S.A., Harahap, H., Hariwidjaja, Johari, S., Kartawa, W., Keats, W., Ngabito, Rock, N.M.S., Whandoyo, R. 1982. *Peta Geologi Lembar Medan, Sumatera*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Ferreira, J.P.L. dan Oliveira, M.M. 1997. *DRASTIC Groundwater Vulnerability Mapping of Portugal*. San Francisco: Proceeding of the 27th Congress of The International Association for Hydraulic Research.

Ferreira, J.P.L. 1997. *GIS dan Mathematical Modelling for the Assesment of Vulnerability and Geographical Zoning for Groundwater Management and Protection*. Lithuania: NATO Vilnius.

Kruseman, G.P., dan de Ridder, N.A. 1991. *Analysis and Evaluation of Pumping Test Data*. Wageningen: ILRI.

Merchant, J.W. 1994. *GIS-Based Groundwater Pollution Hazard Assessment : A Critical Review of The DRASTIC Model*. Journal Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 60 (9), halaman 1117 – 1127.

Rosen, L., 1993. *A Study of the DRASTIC Methodology with Emphasis on Swedish Condition*. Journal Groundwater, 32(2), halaman 278 – 285.

Widyastuti. 2006. Pengembangan Metode DRASTIC untuk memprediksi Kerentanan Air Tanah Bebas terhadap Pencemaran di Sleman. Majalah Geografi Indonesia. Yogyakarta: UGM.