



KARAKTERISTIK GEOMORFOLOGI CALON LAHAN DISPOSAL LIMBAH RADIOAKTIF AKTIVITAS RENDAH DAN SEDANG DI DAERAH LEMAHABANG

Sucipta¹⁾

006

ABSTRAK

KARAKTERISTIK GEOMORFOLOGI CALON LAHAN DISPOSAL LIMBAH RADIOAKTIF AKTIVITAS RENDAH DAN SEDANG DI DAERAH LEMAHABANG. Aspek geomorfologi merupakan faktor yang harus dipertimbangkan dalam evaluasi lahan untuk tapak penyimpanan limbah radioaktif. Hal tersebut penting karena faktor-faktor geomorfologi sangat berpengaruh terhadap kondisi hidrologi tapak dan laju erosi lahan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik geomorfologi dan hidrologi yang meliputi bentuklahan, proses-proses geomorfologi, tipe batuan, tanah, air permukaan, air tanah, vegetasi alami dan penggunaan lahan. Penelitian dilakukan dengan analisis deskriptif melalui kajian pustaka dan metoda geomorfologi lapangan, dengan tahapan seperti yang dikembangkan untuk *terrain analysis*. Hasil yang diperoleh adalah bahwa daerah studi dapat dibagi menjadi empat satuan bentuklahan yaitu satuan bergelombang vulkanik berbatuan tuf (penggunaan lahan perkebunan), satuan dataran endapan pantai (penggunaan lahan perkebunan), satuan dataran fluvial berbatuan pasir lanauan (penggunaan lahan sawah) dan satuan dataran gisik berbatuan pasir lepas (berupa lahan terbuka tanpa vegetasi). Secara hidrologi daerah studi dapat dibagi menjadi tiga sub-daerah aliran sungai kecil (sub-DAS). Deskripsi secara rinci disajikan dalam bentuk tabel, dan digambarkan dalam bentuk peta geomorfologi.

ABSTRACT

GEOMORPHOLOGICAL CHARACTERISTIC OF LOW-INTERMEDIATE LEVEL RADIOACTIVE WASTES DISPOSAL LAND CANDIDATE AT LEMAHABANG AREA. *Geomorphological aspect is a factor should be considered on land evaluation for radioactive wastes disposal purpose. The aspect is important because geomorphological factors contribute on hydrological and erosion condition of the land. The objective of the study is to characterize the geomorphological condition of the land, i.e. landform, geomorphological processes, rock type, soil, surface water, ground water, vegetation and landuse. The study was conducted by descriptive analyses from literature study and field geomorphological method, with evaluation as well as developed for terrain analyses. The study area can be divided in four landform units, i.e. tuff undulating unit (landuse: plantation), coastal deposits plain unit, silty sand fluvial plain unit (landuse: wet rice field) and unconsolidated sand beach deposits plain unit (opened land without vegetation). Hydrologically, the study area can be divided in three small river stream area (RSA). Detailed description of geomorphological condition is showed by table and geomorphological map.*

PENDAHULUAN

Aspek geomorfologi berhubungan erat dengan kondisi hidrologi permukaan dan bawah permukaan, seperti kemiringan (*slope*) lahan akan menentukan ukuran dan kecepatan aliran air tanah di suatu daerah. Dalam usaha untuk menghindari ancaman banjir, tapak tidak dipilih pada daerah dataran banjir, tetapi seyogyanya pada daerah yang relatif lebih tinggi⁽¹⁾.

Dalam usaha untuk meminimalkan erosi oleh air permukaan, repositori sebaiknya ditempatkan pada daerah dengan relief topografi minimum. Sebagai contoh di tapak West Valley, telah terjadi erosi yang berlangsung dalam jangka waktu lama. Erosi terjadi pada sisi *trench* disposal yang telah dibuat dengan kualitas tinggi, walaupun secara periodik diperbaiki namun proses erosi dan kerusakan tersebut dimungkinkan tetap berlanjut seperti halnya di tapak Sheffield (Illinois)⁽²⁾. Masalah lebih serius di tapak West Valley adalah kombinasi antara berbagai proses geomorfologi pada batas tapak yang cenderung mendekati zona disposal. Aliran cepat dari air limpasan permukaan dari hujan yang jatuh pada endapan glasial dengan permeabilitas rendah menyebabkan terbentuknya *gulleys* (parit-parit) dan akan mengancam stabilitas lereng. Hal tersebut bila tidak diperhatikan akan mengancam integritas tapak.

Kondisi topografi suatu daerah merupakan faktor yang harus dipertimbangkan dalam tahap investigasi tapak dan operasi repositori yang dirancang. Faktor-faktor topografi yang mempengaruhi hidrologi

¹⁾ Pusat Teknologi Pengolahan Limbah Radioaktif - BATAN

permukaan daerah tapak adalah ukuran dan bentuk daerah penyaluran, kemiringan lahan, kerapatan penyaluran dan kemiringan alur pengaliran utama. Penentuan secara akurat dari pengaruh masing-masing faktor terhadap hidrologi permukaan sangat sulit, karena interaksi di antara faktor-faktor tersebut sangat kompleks. Namun demikian beberapa pengkajian dapat dilakukan dari kombinasi semua faktor itu.

Daerah dengan kondisi topografi yang ekstrim akan memberikan kesulitan dalam penggunaannya sebagai tapak disposal karena keterbatasan dalam rekayasa fasilitas repositori dan adanya peningkatan potensi erosi. Kemiringan lahan yang terjal akan membatasi ukuran, orientasi dan aksesibilitas disposal atau bahkan menyulitkan dalam operasinya. Daerah dengan kondisi tersebut juga akan meningkatkan potensi kecelakaan dalam transport limbah dan juga akan meningkatkan biaya konstruksi serta perawatan dan pemeliharannya. Bila dalam usaha untuk mempermudah akomodasi dilakukan dengan modifikasi bentuklahan akan berpengaruh dalam peningkatan laju erosi atau air limpasan permukaan. Dalam beberapa kasus, perubahan topografi akan meningkatkan infiltrasi dan berakibat naiknya muka air tanah, dan hal itu akan meningkatkan potensi kontak antara limbah dengan air tanah^[3].

Dalam penelitian ini akan dibahas mengenai aspek-aspek geomorfologi utama yang harus dikarakterisasi sebagai calon tapak penyimpanan limbah, yaitu topografi, proses geomorfologi, tanah, batuan, hidrologi, vegetasi dan penggunaan lahan. Aspek-aspek tersebut akan disajikan dalam bentuk tabel dan peta geomorfologi. Deskripsi dan pemetaan geomorfologi tersebut mengacu pada sistem analisis medan (*terrain analysis*) yang meliputi klasifikasi dan evaluasi lahan untuk berbagai keperluan^[4].

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan evaluasi lahan untuk tapak penyimpanan sementara bahan bakar bekas atau untuk tapak disposal limbah aktivitas rendah dan sedang. Selain itu juga bisa digunakan untuk mendukung pengkajian urujuk kerja tapak dimaksud baik sebagai wadah, penghalang alami dan penyangga repositori.

TEORI

Zuidam dan Zuidam-Cancelado (1979 [4]) mengembangkan inventarisasi dan evaluasi sumberdaya lahan, yang kemudian dikenal sebagai Klasifikasi Medan Sistem ITC (*ITC System of Terrain Classification*). Pendekatannya ialah analisis medan (*terrain analysis*). Unit pemetaannya adalah sistem medan (*terrain system*) dan unit medan (*terrain unit*), yaitu masing-masing untuk tingkat penelitian garis besar dan untuk penelitian detail. Sasaran penelitiannya ialah klasifikasi dan evaluasi medan untuk berbagai keperluan.

Data yang dikumpulkan ialah semua unsur kekarakteristikan medan dan kualitas medan, antara lain meliputi relief, proses geomorfologi, tipe batuan, karakteristik tanah, air permukaan, dan air tanah, serta vegetasi alami serta penggunaan lahannya. Cara analisisnya ialah dengan analisis bentanglahan (*landscape analysis*). Konsep tersebut telah digunakan untuk inventarisasi dan evaluasi berbagai keperluan^[4], antara lain untuk (1) kepekaan terhadap erosi di Venezuela dan Lesotho, (2) studi bahaya kerusakan lahan di Timur Tengah, Afrika Selatan dan Indonesia, (3) pemetaan material permukaan di Lesotho dan Suriname, (4) studi kemudahan pembuatan jalan di Lesotho, (5) analisis perubahan garis pantai di Suriname, (6) keperluan pertanian di Spanyol dan (7) pengairan di Spanyol.

Lahan yang merupakan obyek penelitian ini keadaannya kompleks dan tidak merupakan suatu unsur fisik ataupun sosial ekonomi yang berdiri sendiri, tetapi merupakan hasil interaksi dan interdependensi dari lingkungan biofisis yang secara garis besar terdiri dari lingkungan fisis (meliputi iklim, proses tektonik dan batuan yang merupakan unsur geologi), proses pembentukan bentuk lahan dan bentuk lahan (unsur geomorfologi), tanah (unsur pedologi) bersama-sama dengan lingkungan biologis (vegetasi dan fauna) maupun manusia yang saling berkaitan.

Cara pendekatan penelitian evaluasi lahan dapat secara satu tahap (pendekatan sejajar atau bersama) yakni pengumpulan data fisis dan sosial-ekonomi maupun analisisnya dilakukan bersama-sama; atau secara dua tahap (berurutan) yakni pengumpulan data dan analisis fisis dahulu, baru ditunjang dengan pengumpulan data sosial ekonominya.

Informasi tentang sumberdaya lahan suatu kawasan perlu diketahui, untuk itu harus dilakukan inventarisasi lebih dahulu sebelum diadakan evaluasi untuk tujuan tertentu. Unsur-unsur sumberdaya lahan ialah bentuk lahan, batuan, tanah, air, vegetasi penutup lahan, serta kehidupan hewan maupun aktivitas manusia yang mempengaruhi lahan tersebut. Ini berarti bahwa sumberdaya lahan merupakan unsur lingkungan alam yang kompleks, yang oleh Verstappen, 1977^[5] disebut ekologi bentang lahan (*landscape ecology*).

Salah satu sarana yang dapat digunakan secara intensif untuk mempelajari sumberdaya lahan ialah citra penginderaan jauh dengan foto udara⁶⁾, kemudian dikombinasi dengan peta topografi dan lapangan. Kenampakan yang dapat disadap dari foto udara antara lain ialah informasi tentang bentuk lahan, batuan, tanah, air, vegetasi dan penggunaan lahan.

TATA KERJA

Bahan

Bahan penelitian berupa peta topografi berskala 1: 12.000 nomor 48/XXXVIII-B, foto udara pankromatik berskala 1: 20.000 dengan nomor B-284/85 dan B-3116-119, dan peta geologi maupun laporan tentang lingkungan daerah Lemahabang.

Metode

Penelitian dilakukan dengan metode deskriptif. Metode deskripsi yang digunakan ialah seperti yang dikembangkan dalam analisis medan untuk berbagai kepentingan⁴⁾, dalam hal ini dimaksudkan untuk kepentingan tapak penyimpanan limbah radioaktif aktivitas rendah dan sedang.

Lahan di daerah Lemahabang dikelompokkan berdasarkan atas asal pembentukan, beda tinggi, kemiringan lereng dan batuan penyusunnya. Satuan-satuan lahan dari hasil pengelompokan tersebut digunakan sebagai dasar deskripsi dan evaluasi lahan.

Parameter-parameter lahan yang perlu dideskripsi meliputi aspek topografi, morfologi, batuan, air permukaan, air tanah, vegetasi, proses-proses geomorfologi (erosi, gerakan tanah, banjir) dan tanah.

Aspek topografi yang dideskripsi meliputi bagian lereng, elevasi, eksposur dari sinar matahari. Aspek morfologi yang diuraikan meliputi kelerengan, panjang lereng, bentuk lereng, bentuk lembah dan tekstur penyaluran. Aspek batuan yang dibahas meliputi tipe batuan dasar, tipe endapan dan kondisi pelapukan. Aspek air permukaan dan air tanah yang dideskripsi mencakup tingkat kejenuhan, kedalaman air tanah, fluktuasi dan kualitas air. Deskripsi tentang vegetasi meliputi vegetasi alami dan vegetasi budidaya yang menyangkut tipe, densitas, periode, durasi dan tipe konservasi lahan.

Proses-proses geomorfologi yang diuraikan dalam hal erosi menyangkut tipe, laju dan luas daerah pengaruh. Aspek banjir yang dikaji meliputi tipe, frekuensi, durasi, kedalaman dan luas daerah pengaruh. Pemerian tentang gerakan tanah meliputi tipe, laju dan luas daerah pengaruh. Aspek tanah yang dideskripsi meliputi kedalaman profil, kandungan humus, tekstur, penyaluran, kandungan batu, kebatuan dan permeabilitas.

HASIL DAN BAHASAN

Menurut klasifikasi Zuidam dan Zuidam Cancelado [4] yang berdasarkan atas asal pembentukan, beda tinggi, kemiringan lereng dan batuan penyusunnya, maka daerah penelitian dapat dibagi menjadi 4 (empat) satuan geomorfologi (Gambar 1)

Satuan Bergelombang Vulkanik (SBV)

SBV terletak di bagian tengah dan selatan daerah penelitian, mencakup luas 176,55 ha (62,76 % dari luas daerah penelitian). Elevasi SBV berkisar antara 3 sampai dengan 20 meter, beda tinggi antara 4 sampai dengan 18 m dengan kemiringan lereng 1,7 sampai dengan 17,3 % (Tabel 1). Bentuk lereng datar, bentuk lembah V halus dan tekstur penyaluran sedang. Batuan penyusun SBV ialah tuf, dengan ketebalan tanah pelapukan > 150 cm. Proses-proses geomorfologi meliputi erosi lapis dan alur, dengan luas daerah pengaruh < 25 %, gerakan tanah tipe *rock fall* di bagian tebing yang menghadap pantai, akumulasi material secara gravitasi dan media air. Tanah bertekstur lempung lanauan dengan penyaluran baik, kandungan batu dan kebatuan tidak ada, permeabilitas sangat rendah (4×10^{-7} m/detik)⁶⁾. Kondisi hidrologi dengan tingkat saturasi rendah dan kedalaman air tanah antara 11 - 17 m. Penggunaan lahan perkebunan dengan densitas 25 - 50 %, periode tahunan, durasi > 12 bulan dengan konservasi lahan secara vegetasi (Tabel 2).

Satuan Dataran Endapan Pantai (SDP)

SDP terletak dibagian barat daerah penelitian, meliputi luas \pm 49,5 ha (17,60 % dari luas daerah penelitian). Elevasi daerah berkisar antara 2 - 3 m diatas permukaan air laut rata-rata, beda tinggi \pm 1 m, dan kemiringan lereng antara 0,2 - 0,4 % (Tabel 1). Bentuk lereng datar, bentuk lembah U halus, dan

tekstur penyaluran sedang. Batuan penyusun SDP ialah pasir, dengan ketebalan tanah pelapukan > 150 cm. Proses-proses geomorfologi meliputi erosi lapis dan alur, dengan luas daerah pengaruh < 25 %, akumulasi material secara gravitasi dan media air. Tanah bertekstur lempung-lanauan pasiran, penyaluran baik, kandungan batu dan kebatuan tidak ada. Kondisi hidrologi dengan tingkat saturasi rendah dan kedalaman air tanah antara 1 - 2 m. Penggunaan lahan perkebunan dengan densitas 50 - 75 %, periode tahunan, durasi > 12 bulan, dan konservasi lahan secara vegetasi (Tabel 2).

Satuan Dataran Fluvial (SDF)

SDF terletak di bagian timur daerah penelitian, seluas $\pm 47,25$ ha (16,80 % dari daerah penelitian). Elevasi daerah berkisar antara 1 - 2 m di atas permukaan air laut rata-rata, beda tinggi ± 1 m, dan kemiringan lereng 0,1 % (Tabel 1). Bentuk lereng datar, bentuk lembah U halus, dan tekstur penyaluran sedang. Batuan penyusun SDF ialah pasir lanauan, dengan ketebalan tanah pelapukan 50 - 150 cm. Proses-proses geomorfologi meliputi erosi lapis dan alur, dengan luas daerah pengaruh < 25 %, ada potensi banjir genangan yang bersifat musiman, dengan kedalaman < 50 cm dalam skala lokal Tipe akumulasi secara gravitasi dan media air. Tanah bertekstur lempung lanauan, penyaluran baik, kandungan batu dan kebatuan tidak ada. Kondisi hidrologi dengan tingkat saturasi rendah dan kedalaman air tanah 1- 2 m. Penggunaan lahan sawah, densitas 50 - 75 %, periode tanam musiman, durasi 3 - 6 bulan, dan konservasi lahan secara vegetasi dan pematang (Tabel 2).

Satuan Dataran Gisik (SDG)

SDG terletak di bagian utara (pantai) daerah penelitian, seluas ± 8 ha (2,84 % dari daerah penelitian). Elevasi SDG berkisar antara 0 - 1 di atas permukaan air laut, beda tinggi ± 1 m, dan kemiringan lereng 0,1 % (Tabel 1). Bentuk lereng datar, bentuk lembah U halus, dan tekstur penyaluran sedang. Batuan penyusun SDG ialah pasir. Tanah dengan kedalaman < 25 cm, bertekstur pasir, penyaluran baik, kandungan batu dan kebatuan tidak ada, permeabilitas tinggi. Proses geomorfologi berupa erosi lapis dan alur, luas daerah pengaruh < 25 %. Potensi banjir genangan dari pasang naik, kedalaman < 50 cm, berskala lokal, dan tipe akumulasi material oleh media air laut. Kondisi hidrologi dengan saturasi tinggi, kedalaman air tanah < 1 m. Lahan terbuka, dengan densitas < 10 % (Tabel 2).

Secara hidrologi daerah penelitian dapat dibagi menjadi 4 (empat) subdaerah aliran sungai (sub-DAS) (Gambar 1), yaitu sub-DAS 1 berada di bagian barat daerah penelitian dengan alur sungai mengalir ke barat laut. Sub-DAS 2 berada di bagian tengah dengan alur sungai mengalir ke barat laut, dan sub-DAS 3 berada di bagian timur dengan aliran utama sungai Suru yang mengalir ke utara (ke Laut Jawa).

Hasil evaluasi lahan untuk tapak penyimpanan limbah radioaktif aktivitas rendah dan sedang, memberikan kesimpulan bahwa lahan yang paling sesuai terletak pada satuan bergelombang vulkanik (SBV), khususnya di bagian tenggara daerah penelitian, termasuk dalam sub DAS2. Kesesuaian lahan itu diperoleh berdasarkan kesesuaian aspek geomorfologi yang memenuhi kriteria. Aspek-aspek geomorfologi tersebut meliputi topografi, proses geomorfologi, tipe batuan, tanah, air, permukaan dan tanah serta penggunaan lahan.

SIMPULAN

Daerah Lemahabang dapat dibagi menjadi empat satuan bentuk lahan yaitu satuan bergelombang vulkanik, satuan dataran vulkanik, satuan dataran fluvial dan satuan dataran pantai. Secara hidrologi daerah penelitian dapat dibagi menjadi tiga subdaerah aliran sungai kecil (sub-DAS). Evaluasi lahan untuk tapak penyimpanan limbah radioaktif menyimpulkan bahwa lahan yang paling sesuai untuk maksud tersebut berada pada satuan bergelombang vulkanik, termasuk dalam sub-DAS2.

DAFTAR PUSTAKA

1. FOSTER, V.B., ERICHSON, J.R., HEALEY, R.W., Hydrogeology of a Low Level Radioactive Waste Disposal Site Near Sheffield, Illinois, United State Geological Survey, Tallahassee, Water Resource Investigation Rep. USGS-WRI 83-4125 (1983) 60.
2. IAEA, Operational Experience in Shallow Ground Disposal of Radioactive Wastes, TRS No. 253, Vienna, 1985.

3. IAEA, Site Investigations for Repositories for Solid Radioactive Wastes in Shallow Ground, TRS No. 216, IAEA, Vienna, 1982.
4. VAN ZUIDAM, R.A, VAN ZUIDAM-CANCELADO, F.I., Terrain Analysis and Classification Using Aerial Photographs: A Geomorphological Approach, International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC), 350, Boulevard 1945, 75 11 AL Enschede, The Netherlands, 1979.
5. VERSTAPPEN, H.Th., Applied Geomorphology: geomorphological surveys for environmental development. Elsevier Scientific Publishing Co. Inc., Amsterdam, 1983.
6. SETIAWAN, B., Karakterisasi Fisik Beberapa Mineral Alam sebagai Bahan Urug, Hasil Penelitian PTPLR-BATAN, 1997.
7. SUCIPTA, Evaluasi Geologi Lingkungan Calon Tapak Penyimpanan Limbah Bahan Bakar Bekas dan Limbah Radioaktif Aktivitas Rendah - Menengah, Prosiding PPI Litdas IPTEK Nuklir, PPNY-BATAN, Yogyakarta, 1997.

Tabel 2. Deskripsi kondisi geomorfologi daerah Lemahabang

14							15
T a n a h							Klasifikasi Medan Untuk TPLRA
Kedalaman Profil (cm)	Kandungan Humus	Tekstur	Penyaluran	Kandungan Batuan	Kebatuan	Permeabilitas	Klas Kesesuaian
> 150	-	Lempung Lanauan	Baik	Tidak Ada	Tidak Ada	Sangat Rendah	Tinggi
> 150	-	Lempung Lanauan	Baik	Tidak Ada	Tidak Ada	Sangat Rendah	Rendah
50 - 150	-	Lempung Lanauan	Baik	Tidak Ada	Tidak Ada	Sangat Rendah	Sangat Rendah
< 25	-	Pasir	Baik	Tidak Ada	Tidak Ada	Tinggi	Sangat Rendah

84

11				12					13												
Air Permukaan / Air Tanah				Vegetasi Alami Dan Budaya					Proses/Proses Geomorfologi												
saturasi	Kedalaman Air Tanah	Fluktuasi	Kual Air	Vegetasi Alam		Vegetasi Budaya		Konservasi	Erosi			Banjir				Gerakan Tanah			Tipe Akumulasi	Aktivitas Disokasi	
				Tipe	Densitas (%)	Periode	Durasi		Tipe	Laju	Luas (%)	Tipe	Frekwensi	Durasi	Kedalaman (m)	Luas	Tipe	Laju			Luas (%)
Rendah	11 - 17	-	-	Perkebunan	25 - 50	Tahunan	> 12 Bulan	Vegetasi	Lapis, alur	-	< 25	-	-	-	-	-	Rock Fall	-	< 25	Grafiti, Water	
Rendah	1 - 2	-	-	Perkebunan	50 - 75	Tahunan	12 Bulan	Vegetasi	Lapis, alur	-	< 25	-	-	-	-	-	-	-	-	Grafiti, Water	
Pendah	1 - 2	-	-	Sawah	50 - 75	Musiman	3 - 6 Bulan	Vegetasi	Lapis	-	< 25	Genangan	Musiman	-	< 50	Lokal	-	-	-	Grafiti, Water	
Tinggi	< 1	-	-	Terbuka	< 10	-	-	-	Lapis, alur	-	< 25	Genangan	Pasang	-	< 50	Lokal	-	-	-	Air Laut	

14							15
Tanah							Klasifikasi Medan Unsur TPLRA
Kedalaman Profil (cm)	Kandungan Humus	Tekstur	Penyaluran	Kandungan Batu	Kebatuhan	Permeabilitas	Klas
> 15;	-	Lempung Lerauan	Baik	Tidak Ada	Tidak Ada	Sangat Rendah	Tinggi
> 15;	-	Lempung Lerauan	Baik	Tidak Ada	Tidak Ada	Sangat Rendah	Rendah
50 - 15;	-	Lempung Lerauan	Baik	Tidak Ada	Tidak Ada	Sangat Rendah	Sangat Rendah
< 25	-	Pasir	Baik	Tidak Ada	Tidak Ada	Tinggi	Sangat Rendah