

## **Analisis Penyebab Ketidakmantapan Lereng di Sekitar "Power House" PLTA, Tulis, Banjarnegara, Jawa Tengah**

**YS. Wibowo, Yugo Kumoro dan Sudaryanto**

*Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI*

**Abstrak.** Studi Kemantapan Lereng di sekitar "Power House" PLTA. Tulis di Desa Plumbungan, Kecamatan Pagentan, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah, dilakukan untuk mengetahui dan memahami parameter-parameter yang mempengaruhi terjadinya gerakantah yang terjadi disamping untuk mendapat gambaran secara kuantitatif tindakan apa yang perlu/mungkin dilakukan untuk menjaga kemantapan lereng tersebut. Metode analisis kemantapan lereng yang digunakan adalah metode kesetimbangan Hoek and Bray, dengan "circular failur chart". Dari penelitian ini ternyata bahwa pengaruh dari getaran lalu-lintas tidak merupakan penyebab langsung terjadinya longsoran. Longsoran lebih banyak disebabkan oleh parameter kuat geser dari tanah yang ada (kohesi dan sudut geser dalam), getaran/gempa, batuan/tanah serta kondisi keairan. Indikasi gerakan tanah ditunjukkan dengan adanya retakan pada dinding/lereng saluran pipa pada beberapa tempat. Diperkirakan retak-retak tersebut disebabkan oleh kondisi batuan/tanahnya yang bersifat "Sweeling Clay". Secara umum kemiringan lereng daerah ini berkisar antara 30°-50°. Kondisi ini dikhawatirkan dapat menyebabkan longsoran, sehingga dapat mengganggu saluran air untuk memutar turbin pada rumah pembangkit. Pengamatan lapangan menunjukkan bahwa gejala longsoran melibatkan tanah penutupnya, di bagian bawahnya (batuan dasar) berupa lempung abu-abu dengan sisipan batupasir dari Formasi Rambatan. Data ini ditunjang oleh hasil pengukuran sondir pada 5 titik yang memberkan gambaran bahwa lapisan lempung keras dijumpai pada kedalaman 3-7 meter.

**Kata kunci:** lereng, gerakantah, keteknikan, faktor keamanan, bidang gelincir.

### **PENDAHULUAN**

Di Daerah Tulis, desa Plumbungan, kecamatan Pagentan merupakan salah satu daerah di Banjarnegara yang sering terjadi longsoran dan menyebabkan kerusakan di daerah pemukiman, terputusnya badan jalan, saluran irigasi, dan bangunan infrastruktur lainnya, serta korban nyawa manusia. Longsoran batuan pada dasarnya dapat terjadi karena berkurangnya kemantapan lereng akibat degradasi tanah/batuan, maupun akibat aktivitas manusia. Dengan kata lain longsoran diakibatkan menurunnya kuat geser atau meningkatnya tegangan geser tanah, sehingga faktor keamanan terhadap kestabilan lereng terganggu. Untuk mengetahui kemantapan/kestabilan dari lereng, baik lereng alam dan lereng buatan perlu dilakukan penyelidikan geologi dan geoteknik.

Menghindari daerah yang berpotensi longsor menjadi pertimbangan utama dalam mendirikan bangunan. Alternatif lain yang dapat dilakukan adalah

membuat drainase pada bagian permukaan dan drainase di dalam lereng. Dinding penahan mungkin penting jika usaha perbaikan gagal menjamin kestabilan, atau jika lahan yang tersedia terbatas. Hampir semua bencana alam tak dapat ditebak, di mana maupun kapan ia datang. Geoteknik sebagai pengetahuan yang erat kaitannya, diharapkan mampu membantu mengungkap fenomena bencana longsor, paling tidak mengurangi kerusakan akibat yang ditimbulkan. Dengan dilakukan studi ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai penyebab ketidakstabilan lereng di sekitar PLTA Tulis, daerah Plumbungan, Banjarnegara guna kepentingan pencegahan/mitigasi daerah bencana, kaitannya dengan pengembangan wilayah di daerah tersebut.

Penelitian yang dilakukan di daerah ini meliputi penyelidikan geologi dan geoteknik. Tujuannya adalah untuk mempelajari pengaruh aspek-aspek geologi dan geoteknik terhadap kemampuan lereng di daerah tersebut dan mendapatkan solusi untuk mitigasinya.

## **METODA PENELITIAN**

Untuk melakukan analisis penyebab ketidakmampuan lereng diperlukan data-data geoteknik, disamping mempelajari sejarah kejadian di daerah tersebut. Ketidakmampuan suatu lereng dapat diperkirakan dengan menggunakan metode keseimbangan Hoek and Bray, (1981) dengan "circular failure chart", pada kondisi airtanah jenuh dengan memasukan nilai kekuatan geser tanah, yaitu kohesi ( $c'$ ), sudut geser dalam ( $\phi'$ ) dan bobot isi tanah ( $\tau$ ), dapat ditentukan dari uji triaksial dan uji geser langsung di laboratorium.

## **KONDISI GEOLOGI**

Berdasarkan data informasi tematik dari penafsiran citra Landsat, pengamatan lapangan dan pengukuran data-data terkait longsoran di daerah ini, maka gambaran daerah-daerah potensi gerakan tanah/longsoran dapat dipetakan. Gambaran zona kerentanan gerakan tanah/longsoran dengan kerentanan tinggi terkonsentrasi di daerah utara Banjarnegara dan selatan Karangobar. Longsoran di daerah ini terjadi pada batuan breksi vulkanik dari produk G. Jimbangan, breksi lapuk dari Formasi Tapak dan lempung napal tufaan-batupasir (Formasi Halang-Rambatan) juga dipengaruhi oleh aspek geologi seperti zona patahan, rekahan, litologi/stratigrafi, kemiringan lereng, tata guna lahan maupun kehadiran air yang berlebihan baik dari air tanah maupun air hujan. Dengan demikian data aspek geologi longsoran dapat menuntun kita kepada pemahaman yang lebih baik akan sebaran dan penyebab terjadinya longsoran di daerah ini, selain faktor kehadiran air baik air hujan maupun airtanah.

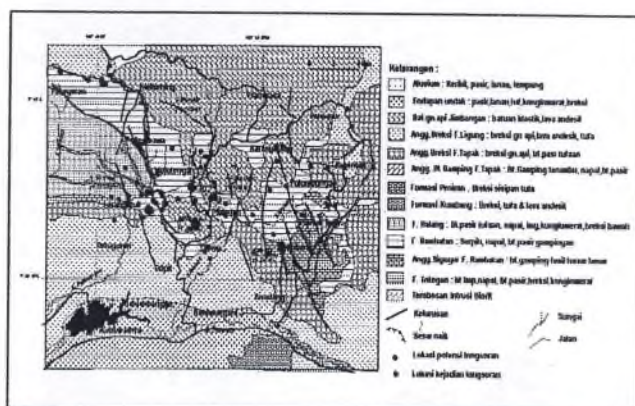
Satuan batuan yang menyusun daerah ini antara lain; Kelompok batuan vulkanik terdiri dari batuan gunungapi Jimbangan, anggota breksi Formasi Ligung, anggota breksi Formasi Tapak dan breksi Formasi Kumbang dan beberapa terobosan batuan beku, sedangkan kelompok batuan sedimen yang terdiri dari batugamping Formasi Tapak, Formasi Peniron, Formasi Halang, Formasi Rambatan dan Formasi Totogan, Soebowo, dkk, 2004. (Gambar 1).

Kelompok batuan vulkanik terdiri dari batuan gunungapi Jimbangan, anggota breksi Formasi Ligung, anggota breksi Formasi Tapak dan breksi Formasi

Kumbang dan beberapa terobosan batuan beku. Penyebaran kelompok ini menempati di daerah utara, timur, selatan dan barat Banjarnegara. Kenampakan pada citra satuan ini mencerminkan bentuk tektur kasar hingga sedang dengan bentuk morfologi perbukitan curam hingga bergelombang. Selanjutnya beberapa terobosan batuan beku berupa andesit yang terlihat dengan jelas pada citra landsat dengan bentuk yang menonjol menyerupai kerucut tersebar pada Rambatan.

Kelompok batuan sedimen yang terdiri dari batugamping Formasi Tapak, Formasi Peniron, Formasi Halang, Formasi Rambatan dan Formasi Totogan. Kelompok satuan pada citra Landsat sulit dibedakan mengingat hampir sama bentuk teksturnya yang mencerminkan bentuk agak kasar hingga halus, karena di beberapa tempat telah terdegradasi dan tererosi cukup kuat, kecuali pada satuan batuan gamping Formasi Tapak yang mencerminkan tektur agak kasar dan membentuk lembah-lembah. Pada citra landsat satuan ini menempati di bagian tengah tepatnya di utara Banjarnegara daerah Pawedan selatan Karangkoobar.

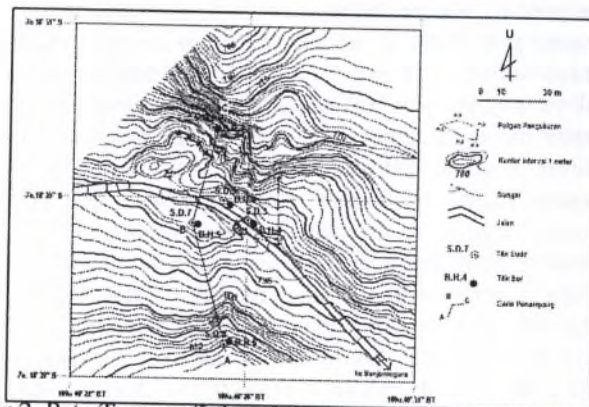
Struktur geologi di daerah ini teridentifikasi dengan baik pada citra, yaitu struktur kelurusan/sesar. Struktur kelurusan ini saling sejajar dan beberapa tempat berpotongan menempati pada Formasi Halang, Formasi Rambatan dan Batuan Vulkanik terutama di utara Banjarnegara dan selatan Karangkoobar.



Gambar 1. Peta Geologi Regional Daerah Banjarnegara, Jawa Tengah (Soebowo, dkk, 2004)

## KARAKTERISTIK GERAKAN TANAH

Gerakantahan jenis rayapan dan amblesan di daerah ini terjadi pada jalan masuk menuju bendungan PLTA Tulis dan sekitar poros saluran air bendungan. Longsoran ini terjadi pada satuan lempung napal sisipan batupasir Formasi Rambatan, pada satuan morfologi perbukitan sedang-bergelombang. Kenampakan di lapangan, zona ini dicirikan oleh adanya retakan/rekahan dan gawir-gawir dan munculnya rembesan/mata air di beberapa lokasi. Kondisi tanah/batuan ini mempunyai sifat ekspansif yang dicirikan oleh kondisi tanah basah mengembang dan kering mengkerut. Rekahan-rakahan yang ada pada musim kemarau dapat menjadi zona resapan air hujan sehingga proses pengembangan dapat terjadi yang dapat menurunkan kekuatan batuan/tanah di daerah ini. Apabila proses tersebut berlangsung menerus dan keseimbangan terus menurun akan memicu terjadinya gerakan tanah/longsoran rayapan dan amblesan.



Gambar 2. Peta Topografi daerah Longsoran di desa Plumbungan, Banjarnegara, Jawa Tengah

### **Mekanisme kejadian longsoran**

Dalam perhitungan analisa kestabilan lereng, parameter-parameter teknik yang mempengaruhi analisis, diperoleh dari hasil analisis laboratorium contoh tanah daerah longsoran daerah Plumbungan, Banjarnegara. Longsoran terjadi pada morfologi perbukitan bergelombang sedang hingga curam, sudut lereng berkisar antara  $25^{\circ}$ -  $45^{\circ}$  yang melibatkan satuan lempung napal sisipan batupasir dari Formasi Rambatan. Indikasi terjadinya gerakan tanah jenis rayapan terlihat beberapa pohon yang batangnya condong ke arah lereng, mengikuti arah dari longsoran tersebut. Demikian juga kondisi badan jalan telah bergeser akibat dorongan material dari bagian atas lereng, disamping terdapatnya beberapa mata air yang keluar pada daerah tekuk lereng (Gambar 3).



Gambar 3 : Foto memperlihatkan badan jalan yang longsor di daerah Plumbungan, Banjarnegara, Jawa Tengah.

Kenampakan di lapangan, zona ini dicirikan oleh adanya retakan/rekahan dan gawir-gawir kecil dan munculnya rembesan air di beberapa lokasi, longsoran berdimensi lebar 15 meter, panjang mencapai 60 meter dengan tinggi 35 meter. Kondisi tanah/batuan ini mempunyai sifat ekspansif yang dicirikan oleh kondisi tanah basah mengembang dan kering mengerut. Retakan-rakahan yang ada pada

musim kemarau dapat menjadi zona resapan air hujan sehingga proses pengembangan dapat terjadi yang dapat menurunkan kekuatan batuan/tanah di daerah ini. Apabila proses tersebut berlangsung menerus dan keseimbangan terus menurun akan memicu terjadinya gerakan tanah/longsoran rayapan dan amblesan.

Guna mendapatkan solusi penanganan yang sesuai, harus diketahui terlebih dahulu mekanisme longsoran sebagai dasar untuk melakukan analisis perbaikan. Hal ini dapat diketahui dengan melakukan analisis stabilitas lereng pada kondisi eksisting. Untuk mendapatkan parameter sifat fisik dan kekuatan tanah yang diperlukan dalam analisis, dilakukan penyelidikan tanah berupa 5 titik sondir (DCP) dan 7 titik Bor Tangan (Gambar 4). Sondir dilakukan untuk mengetahui kekuatan *undrained* tanah sedangkan bor tangan dilakukan untuk memperoleh contoh tanah untuk diuji di laboratorium dan mengetahui stratifikasi lapisan tanah.

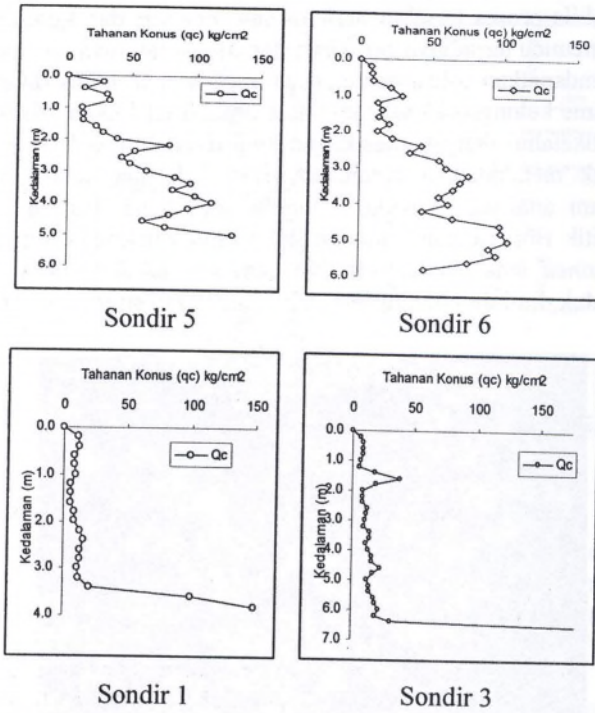


Gambar 4. Foto lokasi pengambilan data insitu dengan menggunakan sondir dan bor tangan.

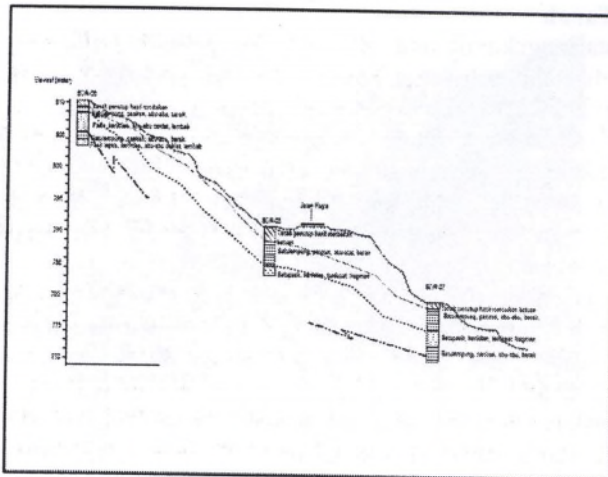
### Penyelidikan Tanah

Berdasarkan data pengukuran sondir di 5 titik seperti terlihat dalam Gambar 5, pada sondir 1 dan 3 diketahui bahwa sampai pada kedalaman 3,5-6,5 m, susunan lapisan terdiri dari *clay* lunak, sisipan pasir dengan harga tahanan ujung konus,  $q_c$  antara 1,0-25,0  $\text{kg/cm}^2$ . Di bawah lapisan ini, terdapat lapisan *silt* setebal  $\pm 0,5$  m dengan harga tahanan ujung,  $q_c$  rata-rata sebesar 50,0  $\text{kg/cm}^2$ . Selanjutnya, lapisan tanah dengan tahanan ujung,  $q_c$  lebih dari 200,0  $\text{kg/cm}^2$  (tanah keras) dijumpai pada kedalaman 5,0-6,5 m. Profil perlapisan tanah berdasarkan interpretasi data sondir dapat dilihat dalam Gambar 6.

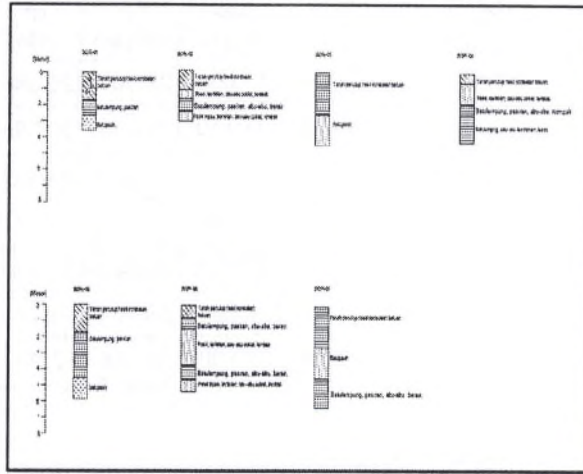
Hasil pengambilan data lapisan tanah dari bor tangan, Gambar 7 diperoleh susunan lapisan jenis tanah dan tinggi muka air tanah, karena muka air tanah mempengaruhi tegangan geser tanah yang bekerja. Lapisan tanah di daerah penelitian adalah sebagai berikut; tanah penutup (top soil) umumnya mempunyai ketebalan 0-25 m, lapisan pasir kerikilan 0,5 -> 1 meter, lempung abu-abu, pasir 0,5 -> 1 meter, dan lapisan batupasir terdapat pada kedalaman 4,5 meter (Bor 5) tidak tertembus dengan bor tangan. Pada lapisan lempung pasir abu-abu, dari contoh terambil umumnya memperlihatkan kandungan air cukup tinggi.



Gambar.5. Grafik hasil pengukuran Sondir (DCP) di daerah Penelitian.



Gambar.6. Profil Lapisan Batuan serta Penampang Lereng pada daerah longsor



Gambar.7. Profil Lapisan Tanah dari Hasil Bor Tangan.

## ANALISIS KETIDAK MANTAPAN LERENG

Berdasarkan profil lapisan batuan/tanah dari data bor tangan sebagaimana ditunjukkan Gambar 7, dilakukan analisis kestabilan lereng. Kestabilan lereng dianalisis berdasarkan angka keamanan yang menurut terminologi digunakan dalam metode kesetimbangan Hoek and Bray, "Circular Failure Chart" adalah pada kondisi airtanah jenuh, yaitu keadaan yang paling pesimis. Analisis dilakukan pada conto tanah bor tangan yang diambil berdekatan dengan lokasi longsor, tipologi longsor dengan dimensi lebar  $\pm 15$  meter, panjang mencapai  $\pm 60$  meter dengan tinggi  $\pm 35$  meter. Perhitungan berikutnya berdasarkan pada tinggi lereng 35 meter, sudut lereng bervariasi dari  $25^\circ - 45^\circ$ . Sedangkan hasil analisis sifat keteknikkan tanah/batuan dapat di lihat pada tabel 1.

Hasil perhitungan, Tabel 2, memberikan gambaran pada sudut lereng  $45^\circ$ , Gambar 6, dalam kondisi jenuh air akan menjadi tidak stabil. Hal ini menunjukkan bahwa lereng berada dalam kondisi yang kritis, sehingga kemungkinan terjadi longsor lebih lanjut akibat adanya tambahan beban air ataupun beban lainnya adalah cukup besar.

Penanggulangan longsor untuk mencegah terjadinya pergerakan pada badan jalan dan saluran pipa pesat di PLTA Tulis, harus dilakukan dengan melakukan beberapa hal, antara lain mengurangi beban pada lereng tersebut, pemotongan lereng dengan mempertimbangan sudut kemiringannya.

Selain itu dapat dilakukan pemancangan tiang pancang yang memotong bidang longsor, serta penambahan *counterweight* di kaki lereng. Disamping itu, penataan saluran air harus dibuat untuk menghindari terjadinya genangan di areal longsor.

Tabel. 1. Hasil Uji Tanah diLaboratorium

Conto	CU		Ka (%)	LL (%)	Bp (%)	Ip (%)	$\tau$ t/m <sup>3</sup>
	c' (kg/cm <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)					
Bor-01	0.10	24.7	26.68	55.050	28.962	26.088	1.81
Bor-02	0.07	27.2	14.88	47.150	21.154	25.996	1.70
Bor-03	0.14	30.3	31.75	29.600	16.850	23.039	1.80
Bor-04	0.10	29.5	30.66	47.380	23.989	23.391	1.85
Bor-05	0.08	28.5	27.57	38.920	28.640	10.280	1.71
Bor-06	0.11	29.0	25.83	31.900	18.729	13.171	1.62
Bor-07	0.07	30.2	23.30	31.900	18.918	12.982	1.74

Dimana: c' = Kohesi Tanah  
 $\phi'$  = Sudut geser dalam  
 Ka = Kadar air  
 LL = Liquid Limmit  
 BP = Batas Plastis  
 IP = Indeks Plastis  
 $\tau$  = Bobot isi

Tabel 2. Hasil Analisis "Circular Failur Chart" Kondisi Jenuh Air (Hoek and Bray, 1987)

Fk	Tan $\phi'$ /Fk	$\beta^\circ$	c'/ $\tau$ tan $\phi'$	h (m)
0,3	1,75	35	1,79	35
0,5	0,15	45	0,77	35
0,1	10,42	30	3,62	35
0,1	0,84	44	0,16	35

Dimana: Fk = Faktor keamanan  
 $\phi'$  = Sudut geser dalam  
 $\beta$  = Sudut Kemiringan Lereng  
 h = Tinggi Lereng.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa longsor yang terjadi pada badan jalan disebabkan oleh lereng yang curam, dengan sudut lereng >45°, kondisi lapisan tanah pelapukan yang jenuh air, terdapatnya batulempung di bagian dasar yang bertindak sebagai bidang gelincir. Kedalaman bidang gelincir mencapai 2 meter dari permukaan tanah dengan kemiringan 30°. Kuat geser tanah dicirikan oleh kohesi efektif yang sangat kecil dengan sudut geser efektif sebesar 24,7°.



Untuk mencegah terjadinya longsor perlu dilakukan perkuatan lereng, pengendalian erosi pada permukaan dengan melakukan penanaman pohon, dan pembuatan saluran air untuk menghindari genangan air, sehingga akan mengurangi tingkat kejenuhan lapisan tanah.

## PUSTAKA

- Hoek E., and Bray. J.W., 1981. *Rock Slope Engineering*, The Institution of Mining and Metallurgi, London.
- Hartono, dkk, 1994. *Gerakan Tanah di Daerah Bantar Kawung, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah*, Prosiding Hasil Penelitian Puslitbang Geoteknologi LIPI, Bandung.
- Ito, T., Matsui, T., Hong, W. P. 1981. *Design Method for Stabilizing Piles Against Landslide One Row of Piles. Soil and Found.* 21. p. 21-37.
- Najoan, TH.F., dkk, 1981. *Petunjuk Sederhana Dalam Studi Kestabilan Lereng, Pertemuan pembahasan Tanah Longsor.*
- Sarah, D., dkk., 2004. *Studi Kasus Longsoran di daerah Banjarnegara - Karangobar, Jawa Tengah*, Laporan Penelitian Puslit Geoteknologi LIPI.
- Taylor, D. W. 1937. *Stability of Earth Slopes. J. Boston Soc. of Civ. Engrs.* 24(3). p. 337-386.
- Yugo Kumoro, dkk., 2004. *Studi Gerakan Tanah Pada Badan Jalan di Kawasan "Power House" Waduk Tulis, Banjarnegara, Jawa Tengah.* Laporan Penelitian Puslit Geoteknologi LIPI.