

## Geologi Teknik Kegagalan Lereng Kecamatan Kaliwiro Kabupaten Wonosobo Jawa Tengah

Sueno Winduhutomo, Eko Puswanto, Kristiawan Widiyanto, Puguh D Raharjo  
UPT-Balai Informasi Konservasi Kebumihan Karangasambung LIPI  
Korespondensi : sueno.winduhutomo@lipi.go.id

### ABSTRAK

Kecamatan Kaliwiro merupakan bagian dari wilayah Kabupaten Wonosobo yang berbatasan langsung dengan Cagar Alam Geologi Karangasambung bagian Timur. Wilayah ini merupakan daerah dengan morfologi perbukitan dan sering mengalami bencana gerakan tanah. Kerusakan secara tidak langsung melumpuhkan kegiatan pembangunan dan aktivitas ekonomi di wilayah ini. Hal tersebut cenderung semakin meningkat seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia. Evaluasi kondisi geologi teknik dimaksudkan untuk memberikan data serta informasi mengenai sifat fisik dan mekanik tanah untuk menunjang penyusunan Rencana Umum Tata Ruang Kota Kabupaten Wonosobo. Berdasarkan hasil uji sifat fisik tanahnya, wilayah ini tergolong jenis tanah lanau dan lempung dengan tingkat plastisitas tinggi (MH dan CH). Sedangkan dari tingkat keaktifan lempungnya, tergolong tidak aktif - normal dan tergolong tingkat pengembangan rendah - tinggi. Sedangkan dari sifat mekanik diperoleh nilai rata-rata kohesi total 0,205 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai sudut geser 17,47°. Kadar air yang berlebih, terutama saat terjadi hujan pada lereng dengan sudut yang besar menjadikan lereng tersebut menjadi kritis dengan angka keamanan semakin rendah.

Kata kunci : Aktivitas Manusia, Gerakan tanah, Tata Ruang Kota

### ABSTRACT

*Kaliwiro subdistrict is a part of the Wonosobo district which directly bordered to the east of the conservation area of Karangasambung Geology. This is an area with hilly morphology and often have the land movements disasters. The Damage indirectly paralyze the activities of development and the economic activity on this area. It tends to increase along with the increase of human activity. The evaluation of geology technic conditions is to provide data and information of the physical and mechanical characteristic of soil to support the preparation of the General Spatial Plan of the City of Wonosobo. Based on the test results of soil physical characteristic, this area classified as silt and clay soil types with a high degree of plasticity (MH and CH). While the level of clay activity classified as inactive – normal and classified level of development Low – High. While the mechanical characteristic obtained average value of total cohesion 0,205 kg/cm<sup>2</sup> and shear angle value 17,47°. Excessive moisture content, especially when it rains on a slope with a large angle make the slope becomes critical with a lower safety factor.*

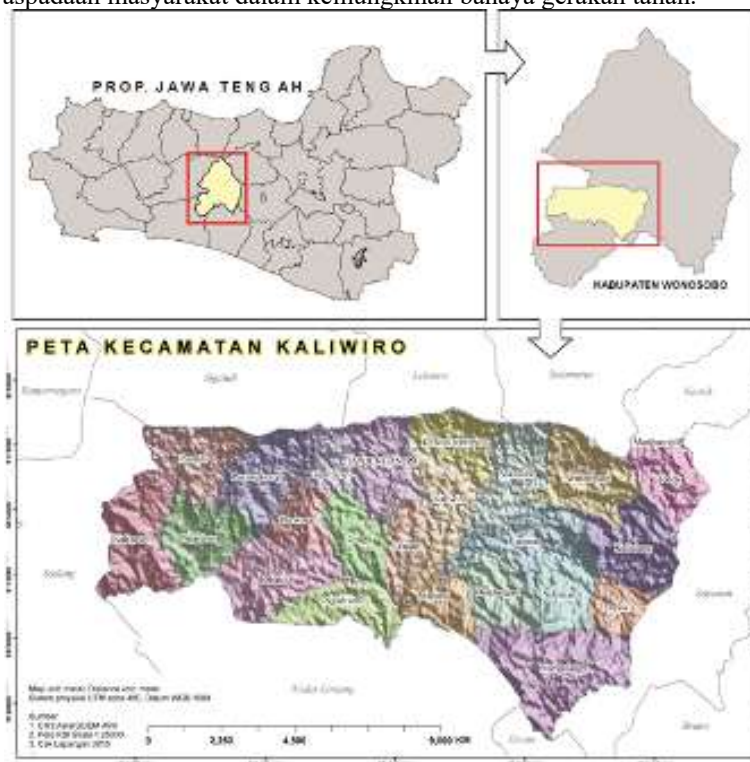
*Keywords: The human activity, The Land movement, Spatial plan of city*

### 1. PENDAHULUAN

Pembangunan di Indonesia saat ini tidak hanya berlangsung di daerah dataran saja, akan tetapi sudah banyak merambah ke daerah perbukitan dan pegunungan dengan lereng yang beragam. Lereng dapat terbentuk secara alami maupun faktor manusia dengan tujuan dan maksud tertentu. Lereng merupakan salah satu faktor penggerak terjadinya gerakan tanah. Semakin besar sudut lereng semakin besar juga daya dorongnya, hal ini disebabkan meningkatkan tegangan geser berbanding terbalik dengan tegangan normal yang berupa kekuatan penahan. Terganggunya kestabilan lereng dikarenakan besarnya gaya penggerak lebih besar dari pada gaya penahannya (Karnawati, 2005).

Tanah merupakan material dasar yang sangat penting dalam bidang konstruksi, namun tidak semua jenis tanah baik digunakan dalam bidang konstruksi, karena ada beberapa jenis tanah dasar yang bermasalah baik dari segi daya dukung tanahnya maupun dari segi penurunan tanahnya. Tanah lempung dan mineral lempung adalah tanah yang memiliki partikel-partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air (Grim, 1953). Menurut Bowles (1989), mineral-mineral pada tanah lempung pada umumnya memiliki sifat salah satunya adalah kembang susut (*swelling potensial*), dimana plastisitas yang tinggi terjadi akibat adanya perubahan sistem tanah dengan air yang mengakibatkan terganggunya keseimbangan gaya-gaya didalam struktur tanah. Tanah dengan jenis ini sering menimbulkan banyak masalah pada bangunan sipil, contohnya seperti jalan bergelombang, retaknya dinding bangunan dan terangkatnya pondasi bangunan.

Kecamatan Kaliwiro merupakan salah satu dari 15 Kecamatan di Kabupaten Wonosobo yang mempunyai luas 10.008,00 ha atau 10,16 % dari seluruh luas Kabupaten Wonosobo. Geografis wilayah ini terletak antara 7° 26' 16" sampai 7° 30' 24" Lintang Selatan (LS) dan 109° 45' 02" sampai 109° 55' 44" Bujur Timur (BT) (Gambar 1). Wilayah ini merupakan salah satu Kecamatan yang masuk kedalam rencana umum tata ruang kota Kabupaten Wonosobo. Pembangunan infrastruktur akan banyak dilakukan di wilayah ini, yang pada akhirnya akan banyak dilakukan kegiatan pemotongan lereng dan penimbunan. Hal tersebut mengakibatkan kestabilan lereng berubah dan menimbulkan bencana di beberapa lokasi yaitu gerakan tanah. Analisis stabilitas lereng mempunyai peran yang sangat penting pada perencanaan konstruksi-konstruksi sipil. Lereng yang tidak stabil sangatlah berbahaya terhadap lingkungan sekitarnya, oleh sebab itu kajian mengenai geologi teknik di wilayah ini perlu dilakukan, kajian ini dapat digunakan sebagai data dan informasi awal mengenai karakteristik tanah, kemantapan lereng serta sebagai kontrol terhadap konstruksi bangunan fisik dan meningkatkan kewaspadaan masyarakat dalam kemungkinan bahaya gerakan tanah.



Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini meliputi penelitian lapangan dan pengujian laboratorium. Penelitian lapangan berupa pengambilan data primer yaitu mengetahui fenomena singkapan batuan yang banyak tersebar di daerah penelitian dan pengukuran perkembangan derajat pelapukan batumannya. Selain itu juga melakukan pengamatan morfologi. Terakhir pengambilan contoh tanah tak terganggu (undisturbed) yang dilakukan dengan metode stratified random sampling dari setiap derajat pelapukan untuk bahan pengujian laboratorium.

Pengujian laboratorium *Soil Test* dimaksudkan untuk menentukan sifat fisik tanah yang meliputi Data Penyelidikan Tanah. Kemudian dari hasil nilai pengujian, tanah tersebut diklasifikasikan dalam kelompok tanah lempung berdasarkan klasifikasi AASHTO dan USC. Untuk lebih jelasnya lagi dalam menganalisis tingkat aktivitas karakteristik tanah lempung tersebut kemudian dilakukan pengujian berdasarkan teori Skemton, (1953) dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Activity}(A) = \frac{PI}{C - 10} \quad (1)$$

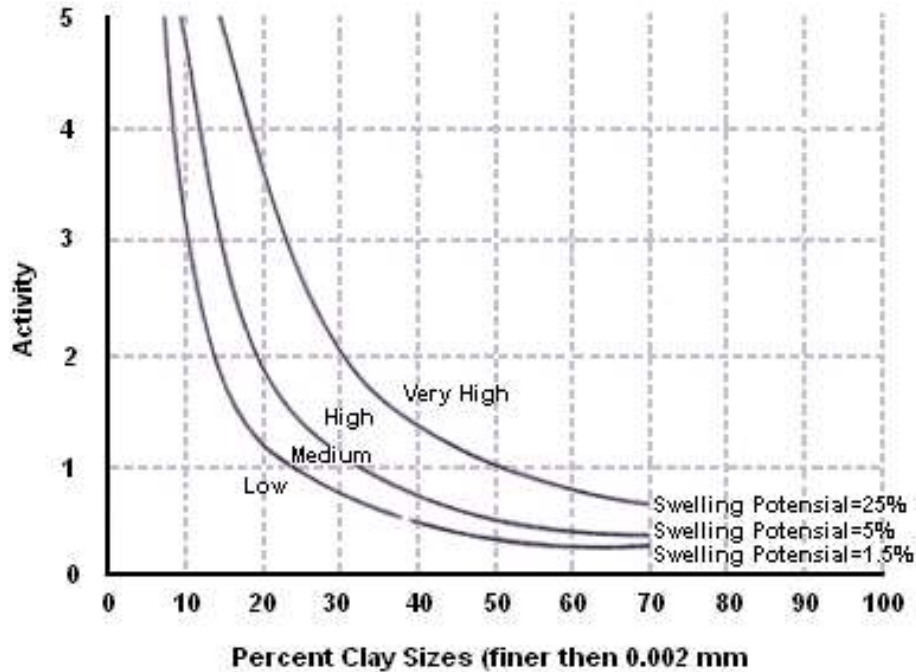
Keterangan :

PI : Indeks Plastis

C : Persentase lempung lolos saringan 0.002 mm

Dari rumus tersebut kategori tanah terbagi dalam tiga golongan, yaitu :  $A < 0,75$  ( tidak aktif),  $0,75 < A < 1,25$  (normal),  $A > 1,25$  (aktif)

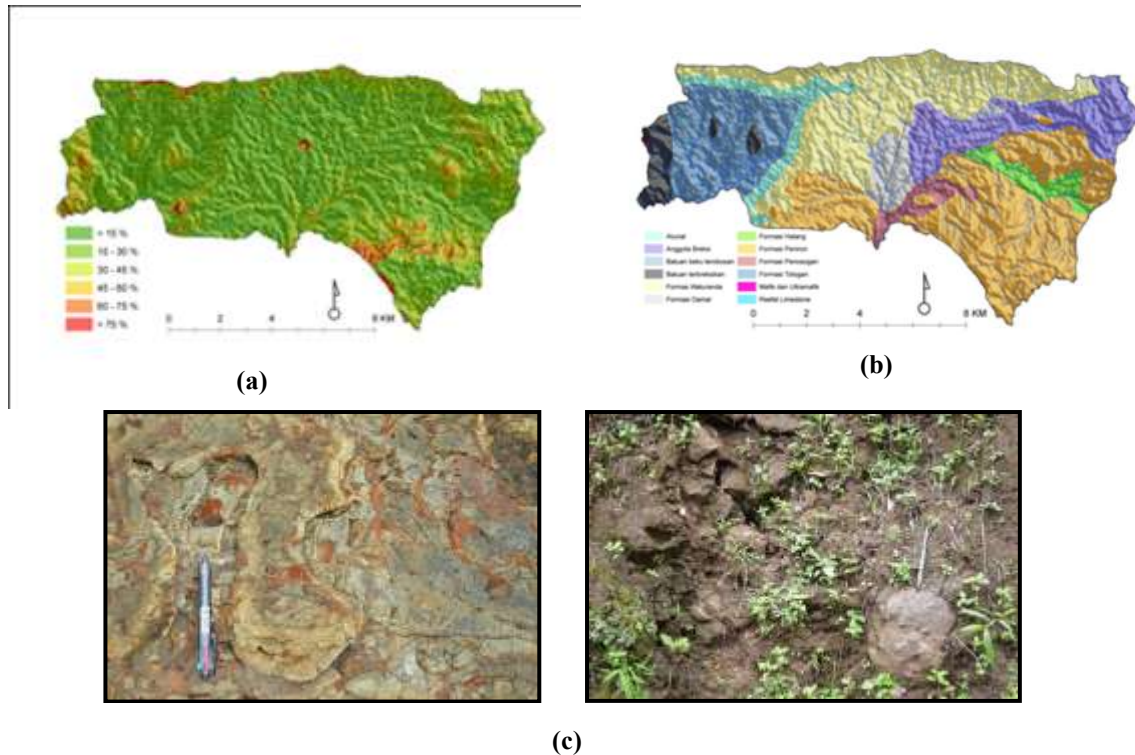
Untuk tingkat pengembangan digunakan teori berdasarkan Seed et al, 1962 dengan membuat grafik hubungan antara nilai aktifitas dan persentase tanah lempung yang lolos saringan No.200. (Gambar 2).



Gambar 2. Grafik Klasifikasi Potensi Mengembang (Seed et al, 1962)

### 3. HASIL DAN ANALISIS

Morfologi atau bentang alam wilayah pengamatan merupakan daerah perbukitan dengan ketinggian 500 – 1000 Mdpl, berlereng terjal dan menggelombang memanjang arah barat – timur. Geologi wilayah pengamatan tersusun dari beberapa Formasi, yaitu : Formasi Damar, Formasi Peniron, Formasi Totogan, Formasi Waturanda, Formasi Penosogan, Formasi Halang dan dijumpai adanya batuan terobosan. Di wilayah ini ditemukan beberapa litologi singkapan yang sama dengan yang ada di wilayah cagar alam geologi karangsambung diantaranya, yaitu : breksi andesit dan batupasir dari formasi waturanda serta lempung dari formasi penosogan (Gambar 3). Material atau batuan pembentuk lereng di wilayah ini terdiri dari tanah hasil pelapukan (*residual soil*) batuan breksi dan endapan *colluvial*, merupakan massa tanah atau batuan yang rentan terhadap longsoran terutama apabila kemiringan lapisan tanah atau batuan searah dengan kemiringan lereng. Tanah hasil pelapukan batuan dan endapan *colluvial* biasanya terdapat di daerah tropis atau daerah yang mengalami tingkat pelapukan yang relatif tinggi, umumnya bersifat lepas dan dapat menyimpan air. Akibatnya kekuatan gesernya relatif lemah apalagi bila air yang dikandungnya semakin jenuh. Dengan kondisi alam seperti ini menyebabkan daerah ini rentan terhadap bencana tanah longsor.



Gambar 3. (a). Peta Kemiringan Lereng, (b). Peta Geologi, (c). Litologi Breksi Andesit dan Baulempung

Gerakan tanah jenis longsoran ditemukan di beberapa lokasi penelitian, terutama pada daerah pelapukan batuan dasar Formasi Penosogan dengan kemiringan lereng  $> 45\%$ . Berdasarkan keterangan masyarakat kejadian bencana gerakan **tanah** ini terjadi pada saat hujan turun cukup deras dalam waktu yang tidak begitu lama. Dimensi longsoran dapat mencapai panjang 25 meter (Gambar 4).



Gambar 4. Kejadian bencana gerakan tanah jenis longsoran lokasi pengamatan

Berdasarkan hasil uji sifat fisik dari beberapa pengambilan contoh sampel tanahnya (Gambar 5), wilayah yang tergolong jenis tanah lanau plastisitas tinggi (MH) terletak pada titik KWO 1, 2, 7, 8, 14a, 15, 19 dan 20, lokasi Desa Kalialang, Depok, Tracap dan Desa Ngasinan. Sedangkan yang tergolong lempung plastisitas tinggi (CH) terletak pada titik KWO 5, 6, 9a, 9b, 12, 13, 16 dan 17 lokasi desa Kauman, Medono, Winongsari, Mangunrejo, Ngadisono, Lunuk dan Gambaran (Tabel 1). Sedangkan dari tingkat keaktifan dan potensi pengembangannya berdasarkan Klasifikasi Skempton (1953) dan Seed (1962) yang dapat dilihat pada Tabel 2 menunjukkan bahwa, tanah di sekitar wilayah penelitian termasuk dalam klasifikasi potensi nilai tingkat keaktifan normal dan pengembangan rendah - tinggi.





Gambar 5. Peta lokasi pengambilan sampel

Tabel 1. Nilai parameter fisik dan keteknikan tanah

Kode Lokasi / No Sampel			KWO 1	KWO 2	KWO 5	KWO 6	KWO 7	KWO 8	KWO 9a	KWO 9b
Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS			MH	MH	CH	CH	MH	MH	CH	CH
KARAKTERISTIK BERAT-VOLUME										
Kadar Air	w	%	49.33	63.93	58.71	56.09	49.7	47.92	65.71	47.86
Berat Jenis	Gs		2.643	2.67	2.594	2.701	2.55	2.591	2.668	2.573
Berat Isi Asli	Y	g/cm <sup>3</sup>	1.516	1.371	1.307	1.292	1.354	1.485	1.449	1.23
Berat Isi Kering	Y <sub>d</sub>	g/cm <sup>3</sup>	1.014	0.836	0.823	0.827	0.904	1.003	0.874	0.831
Angka Pori	e		1.61	2.19	2.15	2.27	1.82	1.58	2.05	2.09
Porositas	n		61.69	68.65	68.25	69.42	64.54	61.24	67.21	67.64
Derajat Kejuhan	Sr	%	80.98	77.94	70.83	66.74	69.63	78.58	85.52	58.92
Berat Isi Jenuh	Y <sub>sat</sub>	g/cm <sup>3</sup>	1.630	1.524	1.506	1.520	1.550	1.617	1.547	1.509
KARAKTERISTIK PLATISITAS & KADAR ORGANIK										
Batas Cair	LL	%	53.51	69.01	77.48	73.98	66.67	68.98	67.99	82.73
Batas Plastis	PL	%	30.06	43.43	31.03	28.33	42.44	38.25	27.19	32.63
Indeks Plastis	IP	%	23.45	25.58	46.45	45.65	24.23	30.73	40.81	50.1
KARAKTERISTIK GRADASI BUTIR										
Lempung	< 0,002 mm	%	40.1	39.8	75.5	76.1	31.9	34.0	47.8	41.5
Lanau	0,005-0,075 mm	%	40.9	45.9	20.1	23.9	47.6	42.6	43.3	38.0
Pasir Halus	0,075-0,420 mm	%	14.5	10.8	4.2	0.0	18.7	19.7	7.1	14.8
Pasir Sedang	0,420-2,000 mm	%	4.2	3.0	0.2	0.0	1.8	3.4	1.4	3.8
Pasir Kasar	2,000-4,750 mm	%	0.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	1.8
Kerikil	> 4,750 mm	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Kode Lokasi / No Sampel			KWO 12	KWO 13	KWO 14	KWO 15	KWO 16	KWO 17	KWO 19	KWO 20
Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS			CH	CH	MH	MH	CH	CH	MH	MH
KARAKTERISTIK BERAT-VOLUME										
Kadar Air	w	%	56.88	60.43	63.21	59.65	60.37	58.65	31.63	72.29
Berat Jenis	Gs		2.658	2.753	2.561	2.567	2.579	2.684	2.58	2.463
Berat Isi Asli	Y	g/cm <sup>3</sup>	1.433	1.221	1.155	1.306	1.35	1.421	1.701	1.287
Berat Isi Kering	Yd	g/cm <sup>3</sup>	0.913	0.761	0.882	0.817	0.842	0.895	1.292	0.746
Angka Pori	e		1.91	2.62	1.90	2.14	2.06	2.00	1.00	2.30
Porositas	n		65.64	72.38	65.52	68.15	67.32	66.67	50.00	69.70
Derajat Kejenuhan	Sr	%	79.16	63.50	85.20	71.55	75.58	78.71	81.61	77.41
Berat Isi Jenuh	Ysat	g/cm <sup>3</sup>	1.570	1.484	1.538	1.499	1.516	1.561	1.790	1.443
KARAKTERISTIK PLATISITAS & KADAR ORGANIK										
Batas Cair	LL	%	60.38	84.72	86.66	69.87	78.72	77.51	52.62	101.74
Batas Plastis	PL	%	28.87	29.99	55.74	50.32	27.73	32.81	29.99	64.95
Indeks Plastis	IP	%	31.52	54.73	30.91	19.55	50.99	44.7	22.63	36.79
KARAKTERISTIK GRADASI BUTIR										
Lempung	< 0,002 mm	%	64.0	77.6	22.8	25.2	50.5	49.3	39.8	38.6
Lanau	0,005-0,075 mm	%	28.0	22.4	40.6	41.4	37.5	38.0	36.9	49.6
Pasir Halus	0,075-0,420 mm	%	7.2	0.0	28.9	22.6	8.3	9.3	12.2	10.0
Pasir Sedang	0,420-2,000 mm	%	0.8	0.0	7.2	9.5	3.0	3.2	6.0	1.8
Pasir Kasar	2,000-4,750 mm	%	0.0	0.0	0.6	1.3	0.7	0.3	5.1	0.0
Kerikil	> 4,750 mm	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabel 2. Nilai tingkat aktivitas dan pengembangan

Lokasi Sampel	Indeks plastis (%)	Fraksi Lempung (%)	Nilai Tingkat Keaktifan	Keaktifan	Pengembangan
KWO 1	23.45	40.10	0.58	Tidak Aktif	Sedang
KWO 2	25.58	39.80	0.64	Tidak Aktif	Sedang
KWO 5	46.45	75.50	0.62	Tidak Aktif	Tinggi
KWO 6	45.65	76.10	0.60	Tidak Aktif	Tinggi
KWO 7	24.23	31.90	0.76	Normal	Rendah
KWO 8	30.73	34.00	0.90	Normal	Tinggi
KWO 9	40.81	47.80	0.85	Normal	Tinggi
KWO 9	50.10	41.50	1.21	Normal	Tinggi
KWO 12	31.52	64.00	0.49	Tidak Aktif	Tinggi
KWO 13	54.73	77.60	0.71	Tidak Aktif	Sangat Tinggi
KWO 14	30.91	22.80	1.36	Aktif	Sedang
KWO 15	19.55	25.20	0.78	Normal	Rendah
KWO 16	50.99	50.50	1.01	Normal	Tinggi
KWO 17	44.70	49.30	0.91	Normal	Tinggi
KWO 19	22.63	39.80	0.57	Tidak Aktif	Rendah
KWO 20	36.79	38.60	0.95	Normal	Tinggi

Berdasarkan hasil pengujian triaxial didapatkan nilai cohesi efektif ( $c$ ) dan sudut geser efektif ( $\phi$ ), yang kemudian dimasukkan kedalam rumus keamanan lereng ( $F_s$ ) maka diperoleh nilai yang tercantum dalam Tabel 3. Dari hasil perhitungan nilai faktor keamanan lereng ( $F_s$ ) bahwa di sekitar wilayah Kaliwiro termasuk jenis lereng kritis dan stabil, dengan nilai  $F_s$  kritis 0,56 – 1,08 dan nilai  $F_s$  setabil 1,29 – 3,52.

Tabel 3. Nilai Faktor Keamanan

No Sampel	Cohesi	Sudut Geser	Teg. efektif	Kuat Geser	Fs
		$\phi$ (...o)	kg/cm <sup>2</sup>	S (kg/cm <sup>2</sup> )	
<b>KWO 1</b>	0.186	20.50	1.068	0.469	0.74
<b>KWO 2</b>	0.182	19.30	0.984	0.408	0.99
<b>KWO 5</b>	0.186	12.12	0.683	0.187	0.65
<b>KWO 6</b>	0.206	12.96	0.795	0.230	2.49
<b>KWO 7</b>	0.203	20.18	1.110	0.483	0.56
<b>KWO 8</b>	0.214	19.12	1.059	0.442	0.74
<b>KWO 9a</b>	0.205	15.09	0.861	0.288	1.02
<b>KWO 9b</b>	0.174	21.24	1.059	0.480	1.06
<b>KWO 12</b>	0.222	15.12	0.913	0.306	3.08
<b>KWO 13</b>	0.327	7.07	0.853	0.146	1.7
<b>KWO 14a</b>	0.248	21.20	1.279	0.592	2.78
<b>KWO 15</b>	0.173	20.22	1.008	0.435	1.97
<b>KWO 16</b>	0.156	20.36	0.932	0.404	2.81
<b>KWO 17</b>	0.158	19.84	0.913	0.387	1.29
<b>KWO 19</b>	0.245	20.13	1.178	0.522	1.83
<b>KWO 20</b>	0.122	20.42	0.837	0.357	3.52

#### 4. KESIMPULAN

Kecamatan Kaliwiro Kabupaten Wonosobo merupakan suatu daerah perbukitan dengan kemiringan lereng yang beragam. Lereng perbukitan yang curam terbentuk dari pelapukan batuan dasar yang cukup tebal banyak mengakibatkan bencana gerakan tanah. Sedangkan Wilayah ini merupakan salah satu Kecamatan yang masuk kedalam rencana umum tata ruang kota Kabupaten Wonosobo, sehingga akan mulai banyak bangunan infrastruktur yang dikerjakan. Berdasarkan hasil analisa geologi teknik dalam pengembangan infrastruktur di wilayah ini khususnya pada titik lokasi wilayah Kaliwiro bagian Timur diantaranya, yaitu : desa Medono, Bendungan, Kauman, Selomanik, Kalialang, Winongsari dan desa Mangunrejo disarankan perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pembangunan tekniknya karena mempunyai sifat tanah kembang susut (*swelling potential*) sedang – tinggi dan banyak tebing lereng yang mengalami gerakan tanah dengan nilai faktor keamanan (Fs) yang kritis yaitu 0,56 – 1,08.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih pada Bapak Edi Hidayat S.T., M.T selaku kepala UPT. Balai Informasi dan Konservasi Kebumian – LIPI atas dukungan dan pendanaan dalam kegiatan penelitian DIPA tahun 2015.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Seed, H.B, Wood Ward, R.J. and Lundgren, R. (1962), Prediction of Swelling Potential for Compacted Clay, Jurnal of The Soil Mechanics and Foundations Division, American Society of Civil Engineering, Vol.88, No. SM4, pp.107-131.
- [2] Skempton, 1953, The Colloidal Activity of Clays Proceeding 3 th International Conference of Soil mecanic and Fondation Engineering, London, Vol 1 Page 57-61.
- [3] ASTM, 1992, Standart Test Methods for Classification of Soils for Engineering Purposes. 1992 Annual Books of ASTM Standart, vol. 04-08.
- [4] ASTM International, 2004, ASTM D 3441-98 Standard Test Method for Mechanical Cone Penetration Tests of Soil: ASTM Book of Standards v. 04.08.
- [5] Dwikorita Karnawati. 2005. *Bencana Alam Gerak Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- [6] Grim, R.E.(1953), *Clay Mineralogi*, McGraw Hill, New York
- [7] Bowles, JE., 1989, Sifat-sifat Fisik & Geoteknis Tanah, Erlangga, Jakarta, 562 hal.
- [8] Das, B.M., 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Diterjemahkan : Endah, N.M. dan I.B.M. Surya. Erlangga. Jakarta.
- [9] Wesley, L.D., 1977, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Cetakan ke VI, Jakarta Selatan.