

POTENSI TANAH MENGEMBANG BERDASARKAN KADAR LEMPUNG DI KABUPATEN BEKASI, JAWA BARAT

Dewi Ulfa Astriani¹, Dicky Muslim¹, Agung Mulyo¹, Tulus Pramudyo²

¹Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

²Pusat Air Tanah dan Geologi Lingkungan, Badan Geologi, Kementerian ESDM

Email Penulis: dewi18006@mail.unpad.ac.id

Naskah Diterima: November 2022/Revisi: November 2022 /Disetujui: Desember 2022

ABSTRAK

Kecamatan Tarumajaya, Babelan, dan Tambun, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat tersusun oleh material tanah lunak endapan aluvial yang mudah mengalami pengembangan (*swelling*) akibat sifat ekspansif. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi tanah mengembang menggunakan parameter kadar lempung pada 6 titik *undisturbed sample*. Metode yang digunakan yaitu uji *basic physical properties* untuk mengidentifikasi karakteristik tanah meliputi kadar air, indeks plastisitas, dan persebaran ukuran butir. Hasil pengujian menunjukkan daerah penelitian tersusun oleh material yang didominasi oleh tanah lanau berplastisitas tinggi atau MH berdasarkan klasifikasi USCS. Persentase lempung berkisar antara 5,5% - 20,1% dan persentase lanau 33,2% – 85,7% menunjukkan kadar lanau yang lebih dominan. Angka aktivitas lempung berkisar antara 2,418 – 4,973 dengan keaktifan tinggi dan menunjukkan keberadaan mineral montmorilonitik. Mineral lempung montmorilonitik sendiri memiliki tingkat keaktifan tinggi. Potensi *swelling* menunjukkan nilai yang beragam yaitu 3,5817 – 33,525% termasuk sedang hingga sangat tinggi dengan dominasi tinggi. Perbedaan potensi *swelling* yang terjadi pada keenam sampel tanah dapat diakibatkan oleh beberapa faktor seperti persentase lempung, kadar air pada tanah, dan indeks plastisitas.

Kata kunci: Tanah lunak, mineral lempung, angka aktivitas, potensi mengembang, Kabupaten Bekasi

ABSTRACT

Bekasi Regency is composed of soft soil material that has swelling potential due to its expansive properties. This study aims to identify the swelling potential of soil using clay content parameters in six undisturbed samples. The samples were tested on basic physical properties to identify soil characteristics. The results showed that the study area is composed of high-plasticity silt soils (MH) based on the USCS. The percentage of clay is 5.5% to 20.1% and the percentage of silt is 33.2% to 85.7% indicating a more dominant silt content. Clay activity ranges from 2,418 to 4,973%, indicating the presence of montmorillonitic minerals. The swelling potential shows a value from 3.5817 to 33.525% including medium to very high potential. The difference in swelling potential in the soil samples can be caused by several factors such as the percentage of clay, moisture content, and plasticity index.

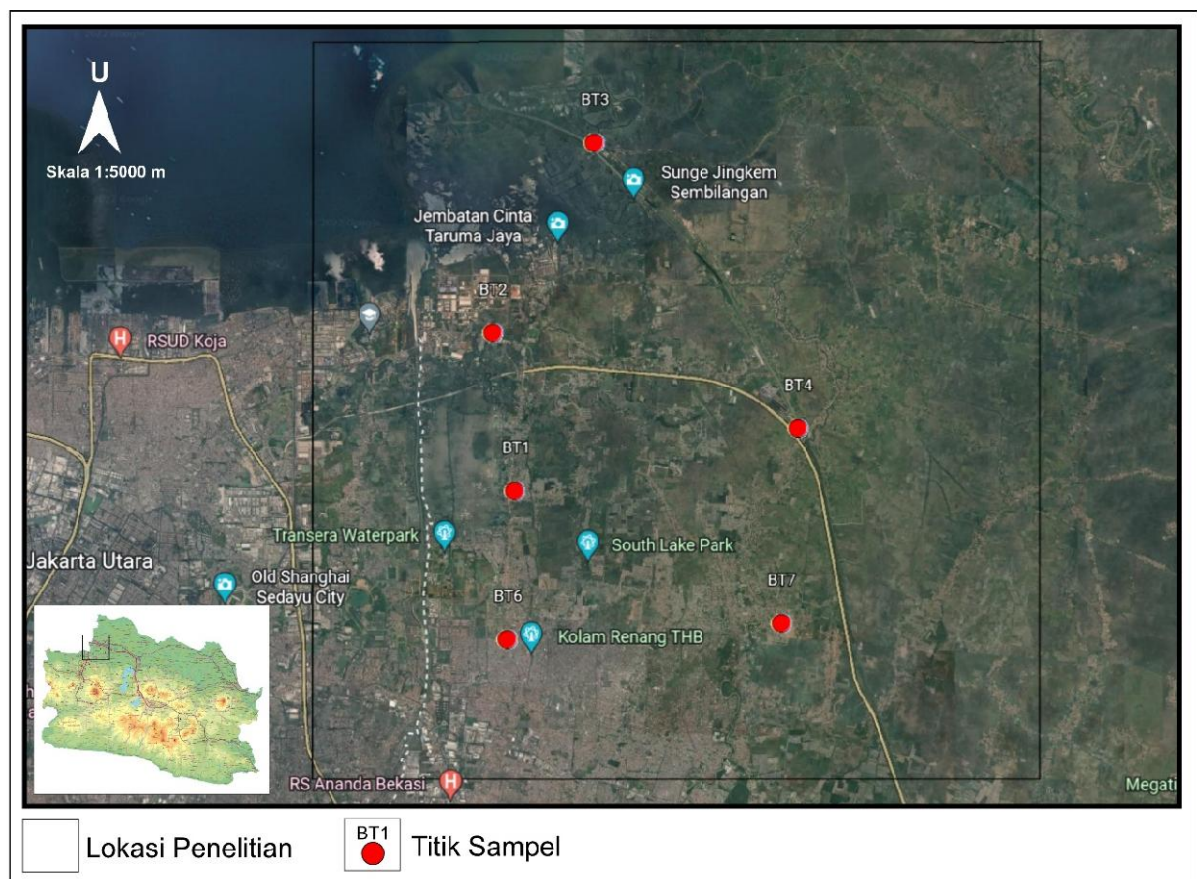
Keywords: Soft soil, clay minerals, clay activity, swelling potential, Bekasi Regency

PENDAHULUAN

Tanah memiliki peran penting sebagai material dasar dalam sebuah pembangunan konstruksi (Gunarso *et al.*, 2017). Karakteristik tanah perlu berupa sifat fisik perlu diidentifikasi untuk meminimalisir permasalahan keteknikan dalam pembangunan. Salah satu jenis tanah yang sering mengalami permasalahan keteknikan yaitu tanah lunak berbutir halus seperti lempung atau lanau karena memiliki sifat ekspansif yaitu mudah mengembang maupun menyusut akibat perubahan kadar air disertai dengan perubahan volume tanah. Sifat ekspansif tanah turut dipengaruhi oleh keberadaan mineral lempung yang dapat menentukan nilai keaktifan. Suatu

tanah yang memiliki keaktifan lempung tinggi akan memiliki potensi tanah mengembang yang tinggi pula.

Secara geografis lokasi penelitian berada pada $106^{\circ} 56' 42''$ - $107^{\circ} 60' 52''$ BT dan $6^{\circ} 2' 3''$ - $6^{\circ} 12' 18''$ LS. Secara administrasi terletak di Kecamatan Tarumajaya, Babelan, dan Tambun, Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat. Daerah ini merupakan kawasan industri dan kawasan padat penduduk di bagian selatan, sedangkan di bagian utara lebih didominasi oleh lahan perkebunan maupun lahan budidaya seperti tambak. Daerah penelitian terletak pada dataran rendah dekat pantai sehingga banyak dijumpai tanah lunak berbutir halus. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi potensi tanah mengembang menggunakan parameter sifat fisik tanah berupa presentase kadar lempung dan indeks plastisitas yang digunakan untuk menentukan angka aktivitas lempung dan potensi *swelling*.



Gambar 1 Peta Lokasi daerah penelitian (Google Earth, 2022)

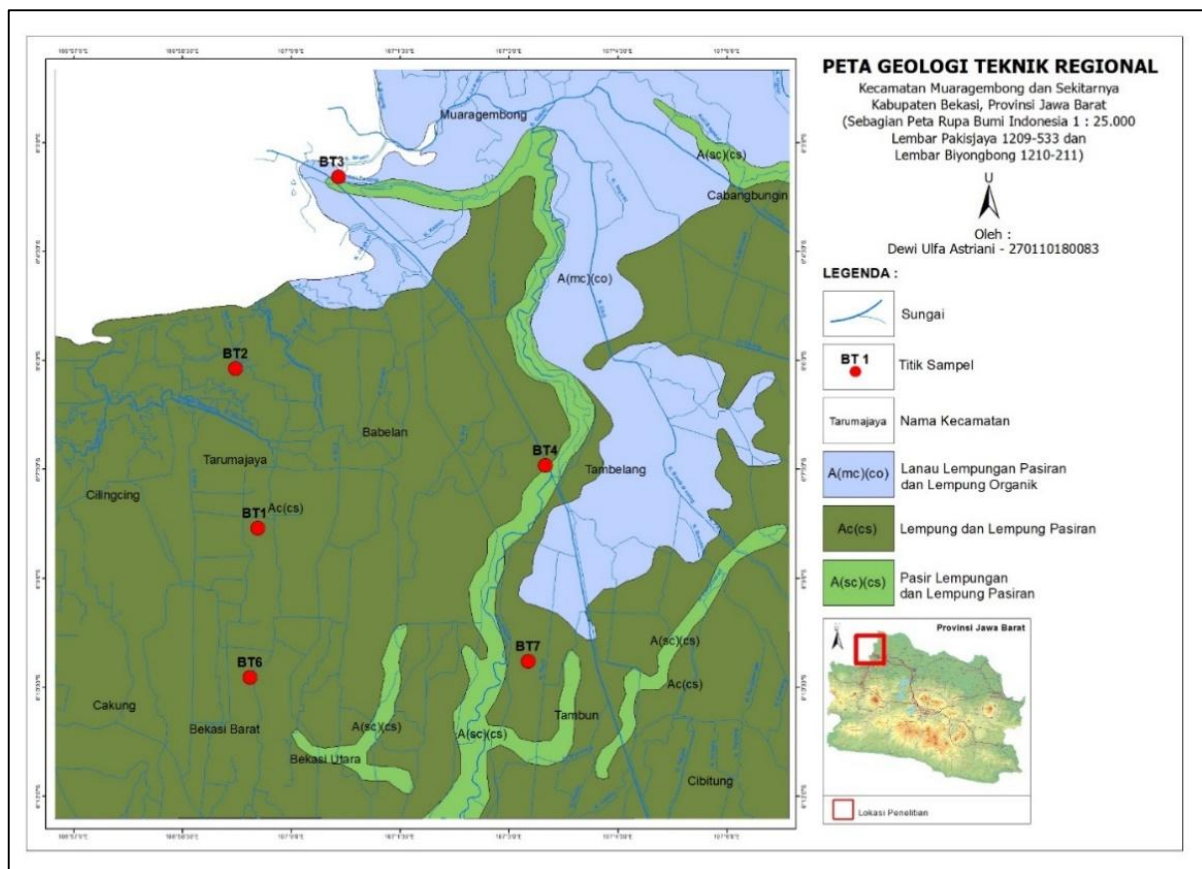
METODOLOGI

Objek penelitian merupakan sampel tanah tidak terganggu (*undisturbed sample/UDS*) yang tersebar di enam titik yaitu BT1, BT2, BT3, BT4, BT4, BT6, dan BT7 (Gambar 1). Pengambilan *undisturbed sample* bertujuan untuk mendapatkan kondisi tanah asli yang belum terkena gangguan dari faktor eksternal. Titik pengambilan sampel tanah didasarkan oleh kondisi geografi daerah penelitian seperti padatnya lokasi dengan pemukiman dan lokasi industri serta

jarak titik sampel terhadap pantai. Selain itu, pengambilan sampel juga turut mempertimbangkan kondisi geologi teknik dimana tiap satuan terdapat titik sampel yang mewakili (Gambar 2). Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif terhadap kondisi geologi daerah penelitian, sifat fisik sampel tanah, angka aktivitas lempung (A), potensi mengembang (S), dan keberadaan mineral lempung.

a. Geologi Daerah Penelitian

Kondisi geologi regional daerah penelitian, tersusun oleh endapan aluvial berupa Endapan Rawa (Qsd) dan Endapan Dataran Banjir (Qaf). Endapan Rawa (Qsd) terdiri dari lempung humusan, lempung gambutan, lanau, dan lapisan tipis gambut sedangkan Endapan Dataran Banjir (Qaf) tersusun oleh material pasir lempungan, lempung pasir, dan lempung humusan/gambutan (Achdan dan Sudana, 1992). Berdasarkan Sutarto dan Djadja (1991), kondisi geologi teknik regional daerah penelitian tersusun oleh kelompok aluvium yang dibagi menjadi tiga satuan. Lempungan pasir dan lempung organik (A(mc)(co)) berupa endapan rawa, lempung dan lempung pasir (Ac(cs)) berupa endapan limbah banjir dan pantai, dan pasir lempungan dan lempung pasir (A(sc)(cs)) berupa endapan dataran limbah banjir dan endapan sungai tua.



Gambar 2 Peta Geologi Teknik daerah penelitian (modifikasi dari Sutarto dan Djadja, 1991)

b. Sifat Fisik Tanah

Tanah memiliki sifat fisik yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi berbagai jenis tanah dan menguraikan kondisi-kondisi tanah secara memadai (Terzaghi & Peck, 1987). Sifat fisik

tanah ditentukan oleh ukuran, bentuk, dan komposisi kimia pada butir tanah (B. Das & Sobhan, 2018). Pengujian sifat fisik dilakukan di laboratorium dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Parameter sifat fisik yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: kadar air (SNI 1965:2008), batas cair (SNI 1967:2008), batas plastis dan indeks plastisitas (SNI 1966:2008), dan persentase sebaran butir (SNI 3423:2008). Penentuan jenis tanah mengacu pada klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*) yang membagi tanah berdasarkan dua kelompok besar yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus (Das, 1995).

c. Potensi Tanah Mengembang

Perhitungan dan identifikasi potensi tanah mengembang menggunakan metode secara tidak langsung yaitu uji batas atterberg. Metode tersebut menghasilkan parameter batas cair, batas plastis, dan indeks plastisitas tanah yang nantinya dimasukkan ke dalam kriteria *swelling* berdasarkan (Chen, 1975) (Tabel 2), aktivitas lempung berdasarkan Skempton (1953, dalam Hunt, 2007) (Tabel 3) dan potensi mengembang (*swelling*) berdasarkan Seed *et al* (1962) (Tabel 4).

Tabel 1 Kriteria *swelling* berdasarkan indeks plastisitas (Chen, 1975)

Indeks Plastisitas (IP) %	Derajat Mengembang
0 – 15	Rendah
10 – 35	Sedang
20 – 35	Tinggi
>35	Sangat Tinggi

Sifat mengembang tanah lempung dapat diidentifikasi menggunakan nilai indeks plastisitas dengan perhitungan besarnya nilai aktivitas (A). Skempton (1953) mengemukakan persamaan perhitungan nilai aktivitas lempung, dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$A = \frac{\% \text{ Indeks Plastisitas}}{\% \text{ Lempung} < 2\mu\text{m}}$$

Tabel 2 Klasifikasi angka aktivitas lempung (Skempton, 1953 dalam Hunt, 2007)

Angka Aktivitas (A)	Klasifikasi
<0,75	<i>Inactive clays</i> (kaolinite)
0,75 – 1,25	<i>Normal clays</i> (illite)
>1,25	<i>Active clays</i> (montmorillonite)

Selain Skempton (1953), identifikasi potensi tanah mengembang juga dapat menggunakan kriteria Seed *et al.* (1962) dengan perhitungai potensi *swelling* (S) yang dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$S = 60K(PI)^{2,44}$$

Dimana, S = Potensi *swelling* (%)
 $K = 3,6 \times 10^{-5}$ (konstanta)
 PI = Indeks plastisitas

Tabel 3 Klasifikasi derajat mengembang (Seed *et al*, 1962)

Potensi <i>Swelling</i> (S) %	Klasifikasi
0 – 1,5	Rendah
1,5 – 5	Sedang
5 – 25	Tinggi
>25	Sangat Tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji sifat fisik, daerah penelitian didominasi oleh tanah berjenis MH menurut klasifikasi USCS atau tanah lanau plastisitas tinggi. Tanah tersebut berwarna abu – abu hingga coklat kekuningan. Ukuran butir lempung hingga lanau pasir, plastisitas sedang hingga tinggi dan bersifat kohesif dengan kekuatan lunak hingga teguh.

Tabel 4 Hasil uji sifat fisik tanah

Titik Sampel	Kedalaman (m)	Kadar Air (w) (%)	Batas Cair (LL) %	Batas Plastis (PL) %	Indeks Plastisitas (IP) %	Jenis Tanah (USCS)	Persentase Sebaran Butir				
							Lempung	Lanau	Pasir Halus	Pasir Sedang	Pasir Kasar
BT1	2,7	89,83	72,74	36,31	36,43	MH	11,8	85,7	1,7	0,4	0,3
BT2	4,7	57,5	88,17	39,32	48,85	MH	18,9	75,5	3,6	1,7	0,3
BT3	1	57,03	92,51	40,32	52,19	MH	20,1	33,2	31,1	12,6	3
BT4	3	29,31	73,58	35,38	38,2	MH	15,8	48,5	33,7	1,9	0
BT6	4,9	90,35	88,33	42,58	45,75	MH	9,2	85,1	3,3	2	0,3
BT7	2,5	48,43	51,86	30,98	20,88	ML	5,5	56,2	30,1	8	0,2

Terdapat perbedaan nilai kadar air yang cukup signifikan pada BT4 dan BT6 (Tabel 5) namun keduanya didominasi oleh ukuran butir sejenis yaitu lanau. Perbedaan kadar air tersebut diasumsikan dapat terjadi akibat perbedaan kemampuan menyerap dan menyimpan air pada kandungan mineral lempung tiap sampel. Sampel BT6 mengandung mineral lempung yang memiliki kemampuan menyimpan air lebih tinggi dibanding BT4 sehingga persentase kadar air yang dihasilkan lebih tinggi.

Perbedaan persentase ukuran butir lempung antara BT3 dan BT7 dapat disebabkan oleh titik lokasi sampel. Perbedaan tersebut berkaitan dengan proses sedimentasi dimana semakin dekat sampel dengan sumber material, maka kandungan ukuran butir halus seperti lempung lebih sedikit dibandingkan dengan sampel yang menjauhi sumber material. Ukuran butir yang lebih kasar seperti lanau pada BT3 memiliki persentase lebih rendah yaitu sebesar 33,2% dibandingkan BT6 dengan persentase 85,1%.

Analisis angka aktivitas, keberadaan mineral, dan potensi mengembang dilakukan menggunakan perbandingan kedua parameter berupa indeks plastisitas dan persentase lempung pada masing-masing sampel. Berdasarkan klasifikasi Chen (1975) pada Tabel 2, sampel tanah dengan indeks plastisitas 20,88% yaitu BT7 memiliki potensi mengembang sedang sedangkan sampel BT1, BT2, BT3, BT4, BT6 dengan indeks plastisitas 36,43 – 52,19% memiliki potensi mengembang sangat tinggi.

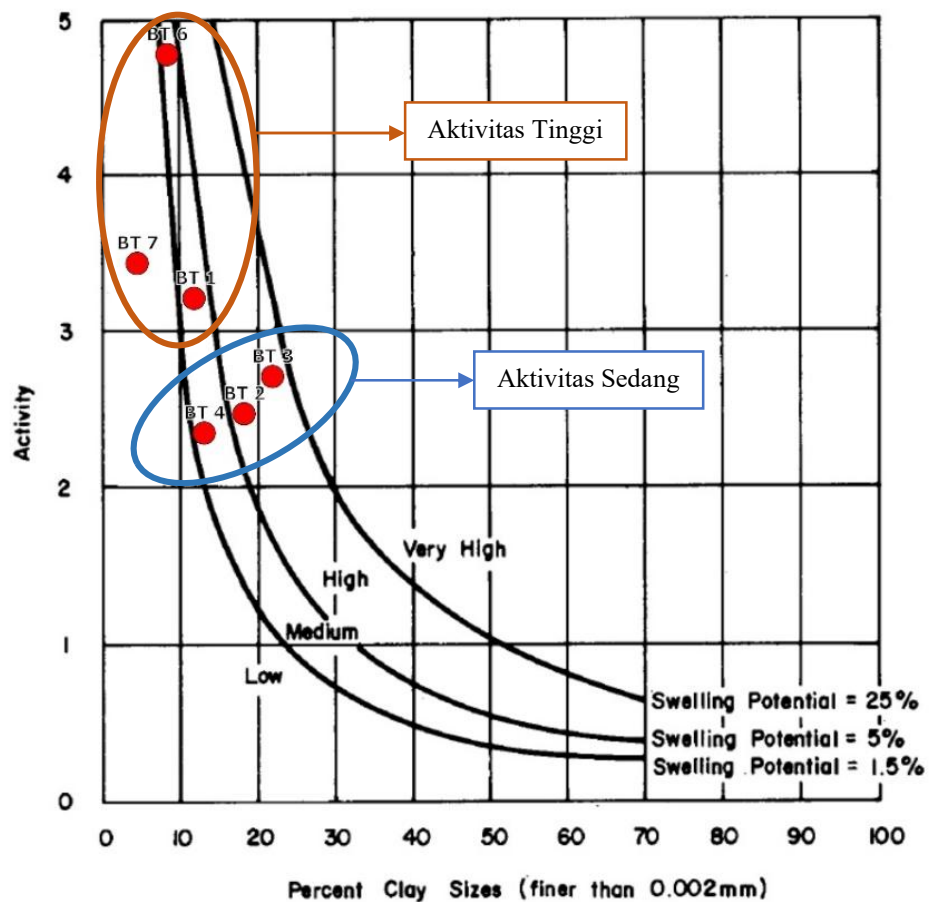
Hasil perhitungan menggunakan kadar lempung dan indeks plastisitas menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki nilai angka aktivitas yang tinggi berdasarkan Skempton (1953) (Tabel 6). Keenam sampel tanah tersebut menunjukkan tingkat keaktifan yang tinggi dengan keberadaan jenis mineral montmorilonitik. Berdasarkan perhitungan metode Seed *et al* (1962), tanah dengan nilai (S) 3,5817% memiliki potensi *swelling* sedang, tanah dengan nilai (S) 13,945 – 24,311% memiliki potensi *swelling* tinggi, dan tanah dengan nilai (S) 28,529 – 33,525% memiliki potensi *swelling* sangat tinggi. Adapun berdasarkan Chen (1975), daerah penelitian memiliki potensi mengembang rendah hingga tinggi menurut perbandingan antara persentase butir lempung dan angka aktivitas (Gambar 3). Nilai aktivitas yang tinggi pada BT1, BT6, dan BT7 dapat menimbulkan bahaya karena memiliki potensi bencana seperti gerakan tanah terutama saat musim penghujan atau saat air laut mengenai titik lokasi tersebut (Retnoningtyas *et al.*, 2017).

Tabel 5 Hasil perhitungan angka aktivitas, keberadaan mineral lempung, dan potensi mengembang

	BT1	BT2	BT3	BT4	BT6	BT7
Lempung (%)	11,8	18,9	20,1	15,8	9,2	5,5
Indeks Plastisitas (%)	36,43	48,85	52,19	38,20	45,75	20,87
Jenis Tanah (USCS)	MH	MH	MH	MH	MH	ML
Angka Aktivitas (A)¹⁾	3,087	2,585	2,597	2,418	4,973	3,795
Keberadaan Mineral¹⁾	Montmorilonitik	Montmorilonitik	Montmorilonitik	Montmorilonitik	Montmorilonitik	Montmorilonitik
Keaktifan¹⁾	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif
Swelling(%)²⁾	13,954	28,529	33,525	15,656	24,311	3,5817
Potensi Mengembang (S) ²⁾	Tinggi	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi	Tinggi	Tinggi	Sedang

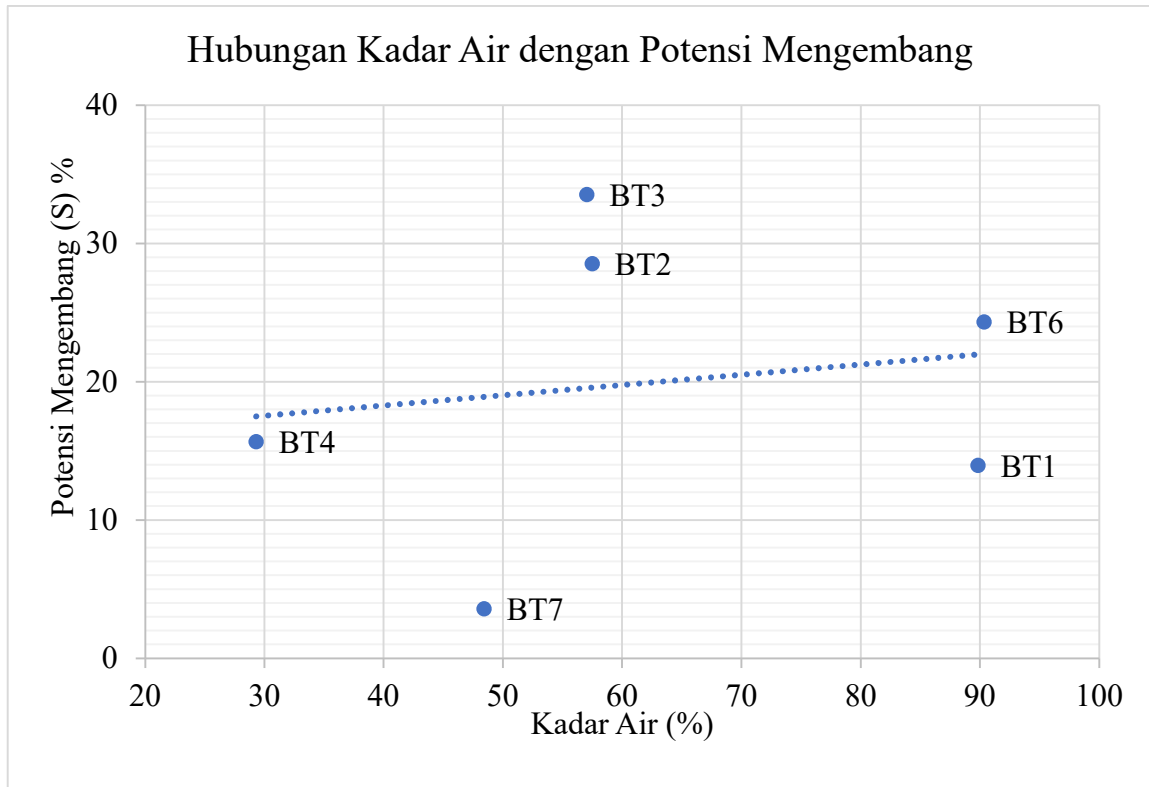
Keterangan: 1) Klasifikasi Skempton (1953)

2) Klasifikasi Seed *et al* (1962)



Gambar 3 Grafik potensi tanah mengembang (*S*) berdasarkan persentase lempung dan angka aktivitas lempung (Chen, 1975)

Perbedaan potensi *swelling* dapat terjadi akibat perbedaan beberapa parameter seperti kadar air, persentase lempung, dan indeks plastisitas. Kadar air pada tanah turut mempengaruhi nilai plastisitas dengan meningkatkan sifat kembang-susut tanah. Semakin besar kadar air maka batas cairnya akan semakin besar sejalan dengan indeks plastisitas yang diperoleh. Indeks plastisitas yang tinggi akan menyebabkan tanah memiliki tingkat aktivitas lempung maupun potensi mengembang tanah besar (Gambar 4). Indeks plastisitas tanah yang tinggi juga dapat menunjukkan keberadaan mineral lempung dengan tingkat keaktifan tinggi yaitu montmorilonitik. Selain itu, persentase lempung pada tanah juga berpengaruh terhadap potensi mengembang. Semakin banyak kandungan material halus berukuran $\leq 0,002$ mm (tanah lempung), semakin besar pula potensi tanah mengembang karena berkaitan dengan sifat kohesif tanah yang dipengaruhi oleh kadar lempung. Seperti sampel BT7 yang memiliki nilai plastisitas dan persentase lempung lebih rendah akan menghasilkan nilai *swelling* (*S*) yang rendah pula. Oleh karena itu, berdasarkan USCS sampel tersebut termasuk dalam klasifikasi ML atau tanah lanau plastisitas rendah.



Gambar 4 Grafik hubungan kadar air dengan potensi tanah mengembang (S)

KESIMPULAN

Daerah penelitian yang terletak di utara Pulau Jawa tersusun oleh endapan aluvial berjenis tanah lanau berplastisitas tinggi (MH) yang memiliki potensi tanah mengembang tergolong tinggi berdasarkan analisis angka aktivitas lempung dan potensi mengembang menggunakan parameter kadar lempung. Keberadaan mineral lempung didominasi oleh montmorilonitik menunjukkan tingkat keaktifan tanah di daerah penelitian termasuk tinggi. Tingkat aktivitas lempung yang tinggi memiliki potensi bahaya karena dapat menimbulkan bencana seperti terganggunya kestabilan tanah sehingga dapat berpengaruh terhadap bangunan di atasnya. Oleh karena itu, dalam pemanfaatan lahan di daerah penelitian perlu perhatian besar untuk mengurangi kerugian akibat kegagalan konstruksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada pihak Pusat Air Tanah dan Geologi Lingkungan (PATGTL) Badan Geologi yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian dan memberikan ketersediaan data yang dibutuhkan dalam penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Achdan, A. & Sudana, D. (1992). *Peta Geologi Lembar Karawang, Jawa Skala 1:100.000*. Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Chen, F. (1975). *Foundations on Expansive Soild*. New York: Elsevier.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik Jilid I)*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Das, B., & Sobhan, K. (2018). *Principles of Geotechnical Engineering*. Boston: Cengage Learning.
- Gunarso, A., Nuprayogi, R., Partono, W., & Pardoyo, B. (2017). Stabilisasi tanah lempung ekspansif dengan campuran larutan NaOH 7,5%. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(2): 238–245.
- Hunt, R. (2007). *Geologic Hazards: A Field Guide for Geotechnical Engineers*. Florida: CRC Press.
- Retnoningtyas, W., Zakaria, Z., & Sukiyah, E. (2017). Potensi mengembang tanah lempung di wilayah kampung cigintung, desa cimuncang, kecamatan malausma, kabupaten majalengka, provinsi jawa barat. *Bulletin of Scientific Contribution*, 15(2): 123–128.
- Seed, H. B., & Lundgren, R. (1962). Prediction of swelling potential for compacted clays. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, 88(3): 53-88.
- Sutarto, N. R. & Djadja. (1991). *Peta Geologi Teknik Lembar Karawang, Jawa Skala 1:100.000*. Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1987). *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Jakarta: Penerbit Erlangga.