

JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL

P-ISSN NO. 2598-9758 E-ISSN NO. 2598-8581

VOL. 5, NO. 2, DESEMBER 2021



Diterbitkan oleh
Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Politeknik Negeri Banjarmasin
bekerjasama dengan
Jurusan Teknik Sipil - Politeknik Negeri Banjarmasin

JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL POLITEKNIK NEGERI BANJARMASIN

Jurnal Gradasi Teknik Sipil diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Banjarmasin. Ruang lingkup makalah meliputi Bidang Teknik dan Manajemen dengan konsentrasi Bidang Transportasi, Geoteknik, Struktur, Keairan dan Manajemen Konstruksi. Isi makalah dapat berupa penyajian isu aktual di bidang Teknik Sipil, review terhadap perkembangan penelitian, pemaparan hasil penelitian, dan pengembangan metode, aplikasi, dan prosedur di bidang Teknik Sipil. Makalah ditulis mengikuti panduan penulisan.

Penanggung Jawab

Nurmahaludin, ST, MT.

Dewan Redaksi

Ketua : Dr. Fitriani Hayati, ST, M.Si.
Anggota : Riska Hawinuti, ST, MT.
Nurfitriah, S.Pd, MA.
Kartini, S.T, M.T
Mitra Yadiannur, M.Pd

Reviewer

Dr. Ir. Yanuar Jarwadi Purwanto, MS. (Institut Pertanian Bogor)
Dr. Ir. M. Azhar, M. Sc. (Institut Sains dan Teknologi Nasional)
Dr. Ir. Endang Widjajanti, MT. (Institut Sains dan Teknologi Nasional)
Joni Irawan, ST, MT. (Politeknik Negeri Banjarmasin)
Yusti Yudiawati, ST, MT. (Politeknik Negeri Banjarmasin)
Dr. Astuti Masdar, ST, MT. (Sekolah Tinggi Teknologi Payukumbuh)

Editing dan Tata Bahasa

Nurfitriah, S.Pd., MA.

Desain dan Tata Letak

Abdul Hafizh Ihsani

Alamat Redaksi

Jurusan Gradasi Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin, Jl. Brigjen H. Hasan Basri 70123
Banjarmasin Telp/Fax 0511-3307757; Email: gradasi.tekniksipil@poliban.ac.id

JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL

DAFTAR ISI

	Halaman
<p>POTENSI KEMBANG SUSUT LAPISAN TANAH DASAR DI BANJARMASIN <i>Ahmad Norhadi, Akhmad Marzuki, Surat</i></p>	53-59
<p>ANALYSIS OF LATERITE SOIL WITH PORTLAND CEMENT MIXED VARIATIONS AND THE EFFECT ON THE CBR UNSOAKED <i>Ahmad Ravi, Hurul 'Ain, Betti Ses Eka Polonia, M Hanif Faisal</i></p>	60-73
<p>RECYCLE GLASS WASTE AS A REPLACEMENT OF FINE AGGREGATE IN CONCRETE MIX STANDARD COMPARISON <i>Syf. Umi Kalsum, Betti Ses Eka Polonia, Hurul 'Ain</i></p>	74-84
<p>ANALISIS PENGGUNAAN BLOK PENYEKAT (BAFFLE BLOCK) UNTUK MEREDUKSI GERUSAN PADA ABUTMENT PILAR JEMBATAN <i>Lutfi Hair Djunur, Kasmawati</i></p>	85-95
<p>VARIASI PERSENTASE ABU BATU TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL DALAM CAMPURAN HRS BASE <i>Muchtar Salim, Hadi Gunawan</i></p>	96-102
<p>PENGARUH GROUTING TERHADAP NILAI LUGEON PADA BATUAN DASAR PONDASI BENDUNGAN TAPIN <i>Muhammad Amril Asy'ari, Rachmat Hidayatullah, Dessy Lestari.S Selo Bhuwono Kahar, Maharto Kristiyono</i></p>	103-116
<p>KEHILANGAN AIR AKIBAT PIPA PENYADAPAN LANGSUNG DI SALURAN IRIGASI RIAM KANAN RUAS BRK 0 – 7 <i>Adriani Muhlis, Siti Rahmalia, Herliyani Farial Agoes, Fitriani Hayati</i></p>	117-128

POTENSI KEMBANG SUSUT LAPISAN TANAH DASAR DI BANJARMASIN

Ahmad Norhadi¹, Akhmad Marzuki², Surat³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil dan Kebumihan, Politeknik Negeri Banjarmasin, Indonesia
e-mail : a.norhadi@poliban.ac.id corresponding Author)

Abstrak

Klasifikasi tanah di Banjarmasin pada lapisan permukaan didominasi oleh lapisan lempung sangat lunak yang akan berpotensi kembang susut tanah lempung. Hal ini merugikan stabilitas bangunan di atasnya seperti struktur badan jalan. Nilai potensi kembang susut ini dapat diketahui dari nilai aktifitas (A) dan prosentase kandungan lempung (% clay) pada lapisan tanah tersebut. Dengan diketahuinya nilai A dan % clay tersebut dapat diprediksi perilaku lapisan tanah dasar sebagai fondasi struktur badan jalan dan dapat dilakukan penanganan masalah kembang susut lapisan fondasi tanah.

Dalam rangka mencapai tujuan tersebut perlu dilakukan penelitian "Potensi Kembang Susut Lapisan Tanah Dasar di Banjarmasin" dengan melakukan serangkaian penyelidikan sifat fisik dan mekanik tanah di lapangan dan di laboratorium.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai activity tanah lempung di kota Banjarmasin memiliki klasifikasi aktivitas kemampuan mengembang dengan plastisitas tinggi $PI > 17$ adalah normal dengan rata – rata nilai activity sebesar 1.122 dan tidak aktif sebesar 0.479 dengan rentang prosentase lempung 15% - 46%. Potensi pengembangan (S) tanah lempung di Banjarmasin adalah rendah - sedana.. Potensi kembang susut memiliki potensi rentang susut 10 – 12 % atau memiliki potensi kembang susut sedang (marginal).

Kata Kunci: Activity, Kembang Susut, Lempung,

Abstract

The classification of surface soil in Banjarmasin is dominated by a very soft layer of clay that will have the potentials of clay shrink-swell . It may bring disadvantage to the buildings stability of the upper structures. The value of potential of the shrinkage dan swelling can be known from the value of activity (A) and the percentage of clay (% clay) in the soil layer. By knowing the value of "A" and % clay, it is possible to predict the subgrade behavior as a foundation for the highway structure and the solution of the soil foundation layer shrink-swell problem can be found.

In order to achieve that goal, it is necessary to investigate "The potential of shrink-swell of subgrade in Banjarmasin" by the field and laboratory testing of physical and mechanical properties.

The result shows that the value of clay activity in the city of Banjarmasin has a classification of swelling capability activity with high plasticity $PI > 17$, which is normal, -with an activity value average of 1,122 and inactive by 0,479 with the clay percentage range of 15% to 46%. The potential of swelling (S) of clay is low – moderate and the shrinkage potential has the range of 10% to 12% or has moderate (marginal) shrinkage-swelling potential.

Keywords: activity, clay, shrink-swell.

I. PENDAHULUAN

Topografi permukaan tanah di Banjarmasin relatif datar (*flat*) dan dipengaruhi oleh pasang surut muka air tanah (MAT). Adalab Fondasi Ideal (2020) melaporkan bahwa klasifikasi tanah pada lapisan permukaan didominasi oleh lapisan lempung sangat lunak dengan fluktuasi pasang surut MAT ± 1,0 m.

Pengaruh pasang surut pada lapisan permukaan mengakibatkan terjadi peristiwa perubahan kadar air dalam rentang kedalaman ± 1,0 m dari permukaan tanah. Perubahan tersebut merupakan peristiwa pembasahan dan pengeringan yang berpotensi terjadinya penyusutan dan pengembangan lapisan tanah dasar. Potensi ini merugikan stabilitas bangunan di atasnya seperti struktur badan jalan. Nilai potensi ini dapat diketahui dari nilai aktifitas (A) dan prosentase kandungan lempung (%clay) pada lapisan tanah tersebut. Dengan diketahuinya nilai A dan % clay tersebut dapat diprediksi perilaku lapisan tanah dasar pada kedalaman 0.00 – 10.00 m sebagai fondasi struktur badan jalan dan dapat dilakukan penanganan masalah kembang susut lapisan fondasi tanah dasar agar tercapai stabilitas struktur badan jalan di atasnya.

Dalam rangka mencapai tujuan tersebut perlu dilakukan penelitian Potensi Kembang Susut Lapisan Tanah Dasar di Banjarmasin dengan melakukan serangkaian penyelidikan sifat fisik dan mekanik tanah di lapangan dan di laboratorium.

II. METODE PENELITIAN

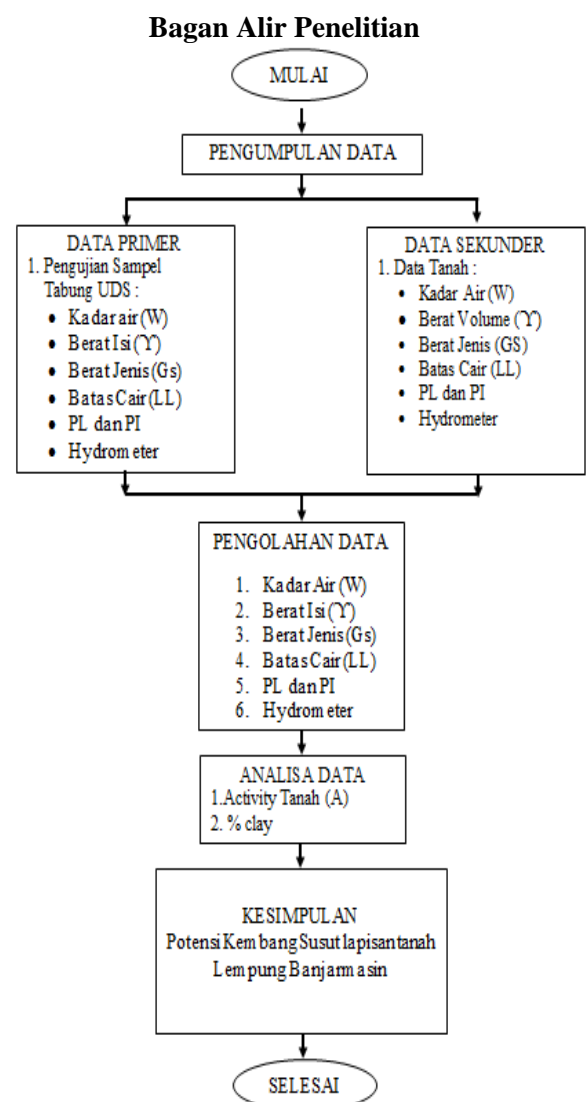
Tahapan Penelitian

1. Pengumpulan data primer dan sekunder Data yang di perlukan dengan pengujian sampel tabung UDS sebagai berikut :
 - a. Kadar air (W)
 - b. Berat Isi (γ)
 - c. Berat Jenis (Gs)
 - d. Batas Cair (LL)
 - e. PL dan PI
 - f. Hydrometer
2. Pengolahan Data

Metode-metode yang dilakukan dalam setiap pengujian adalah menjadi berikut :

 - a. Pengujian Kadar Air menggunakan SNI 1965:2008
 - b. Pengujian Berat Volume Tanah menggunakan SNI 03-3637-1994
 - c. Pengujian Berat Jenis menggunakan SNI 1964:2008

- d. Pengujian Penentuan Batas Cair menggunakan SNI 1967:2008
 - e. Pengujian Penentuan PL dan PI menggunakan SNI 1966:2008
 - f. Pengujian Analisis Ukuran Butir Tanah menggunakan SNI 3432:2008
3. Analisa Data
 - a. Pengklasifikasian Tanah berdasarkan metode AASHTO dan USCS di setiap lokasi
 - b. Penentuan nilai Activity Tanah. Setelah didapatkan klasifikasi dan activity tanah di setiap lokasi sehingga dilakukan menyimpulkan apa saja klasifikasi dan activity tanah yang ada di Kota Banjarmasin.



Gambar 1. Bagan Alir (flow chart)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Parameter Sifat Fisik Tanah di Banjarmasin

Hasil pengujian ini mengambil sampel tanah yang tidak terganggu di kota Banjarmasin dengan Bor

dangkal dan Bor dalam pada kedalaman 2.00 – 10.00 m. Pengujian sampel Kadar Air Asli, Berat Volume, Berat Jenis, Batas Cair, Batas Plastis, Indek Plastis, Analisa Saringan dan Hydrometer di sajikan pada Tabel 1.

TABEL 1. Hasil Pengujian Parameter Sifat Fisik Tanah

No.	Lokasi	Kode Sampel	Kedalaman (m)	Wn (%)	γ_n (gr/cm ³)	Gs	LL (%)	PL (%)	PI (%)
1	Badan Keuangan Daerah Kota Banjarmasin Jl. Pramuka Banjarmasin Timur	AFI - 1	9.30-10.00	96.20	1.462	2.65	43.50	32.47	11.03
2	SMA Al Mazaya Jl. Cempaka Besar Banjarmasin Tengah	AFI - 2	3.50-4.00	71.76	1.508	2.53	57.10	33.35	23.75
3	Bank Kassel Jl. Lambung Mangkurat Banjarmasin Tengah	AFI - 3	7.00-7.50	89.45	1.432	2.60	46.50	30.19	16.31
4	Bank Kassel (2021) Jl. Lambung Mangkurat Banjarmasin Tengah	AFI - 4	9.30-10.00	98.54	1.442	2.49	60.20	41.90	18.30
5	Kantor Mandiri University Jl. A. Yani Km. 5,5 Banjarmasin Timur	AFI - 5	2.40-3.00	110.69	1.410	2.45	58.00	30.58	27.42
6	Suzuki Banjarmasin Jl. A. Yani Km 4 Banjarmasin Timur	AFI - 6	2.10-2.60	90.28	1.560	2.38	47.50	30.29	17.21
7	Jl. H. Hasan Basri Banjarmasin Utara	AFI - 7	2.43-2.90	115.97	1.460	2.47	26.00	20.34	5.66
8	Jl. Belitung Banjarmasin Barat	AFI - 8	3.50-4.00	86.17	1.321	2.33	57.25	37.62	19.63
9	Perpustakaan Daerah Kassel Jl. A. Yani Km. 6.4 Banjarmasin	AFI - 9	3.00-3.60	71.08	1.601	2.49	62.00	39.31	22.69
10	Laboratorium Kesehatan Kassel Jl. Bumi Mas Raya Banjarmasin	AFI - 10	9.30-10.00	89.22	1.388	2.53	45.00	34.48	10.52
11	Klinik Mahkota Bunda Jl, Aes Nasution Banjarmasin	AFI - 11	2.00-2.50	89.46	1.456	2.49	52.00	38.30	13.70
12	OJK Regional 9 Kalimantan Jl. A. Yani Km. 5.5 Banjarmasin	AFI - 12	2.50-3.00	55.59	1.650	2.53	39.50	29.51	9.99
13	Jl. DI. Panjaitan No. 12 Banjarmasin	AFI - 13	3.30-3.75	96.61	1.379	2.48	40.30	30.50	9.80
14	FKPPI Jl. A. Yani Km. 3.5 Banjarmasin	AFI - 14	2.55-3.00	51.11	1.582	2.53	28.00	18.82	9.18
Min				51.11	1.321	2.33	26.00	18.82	5.66
Max				115.97	1.650	2.65	62.00	41.90	27.42
Rata-rata				86.58	1.475	2.50	47.35	31.98	15.37

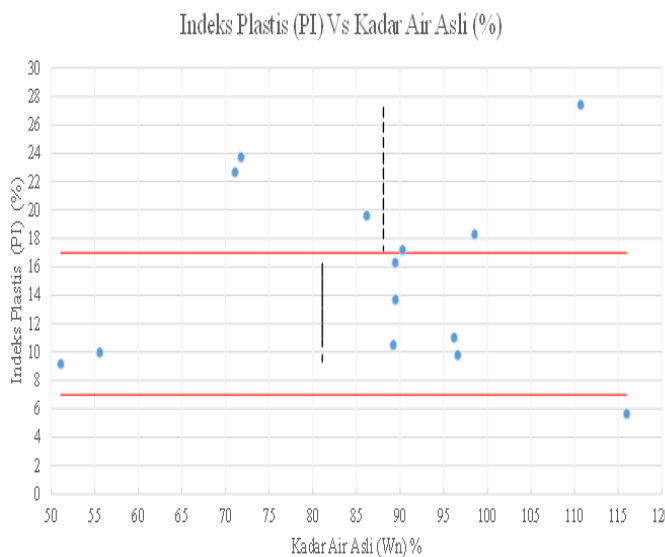
(Sumber: Hasil Pengujian Adalab Fondasi Ideal & Lab. Geoteknik Transportasi Poliban)

Berdasarkan tabel 12 didapatkan nilai Kadar Air Asli minimum sebesar 51.11 %, maksimum sebesar 115.97 % dan rata – rata sebesar 86.58 %. Nilai Berat Volume minimum sebesar 1.32 gr/cm³, maksimum sebesar 1.65 gr/cm³ dan rata- rata sebesar 1.48 gr/cm³. Nilai Berat Jenis tanah minimum sebesar 2.33, maksimum 2.65 dan rata – rata 2.50. Batas Cair

minimum sebesar 26.00 %, maksimum sebesar 62.00 % dan rata – rata 47.35 %. Batas Plastis minimum sebesar 18.82 %, maksimum sebesar 41.9 % dan rata – rata sebesar 31.98 %. Nilai Indeks Plastis minimum diperoleh 5.66 %, maksimum 27.42 % dan rata – rata sebesar 15.37 %.

Hubungan Indeks Plastisitas dengan Kadar Air Asli dan Berat Volume Tanah

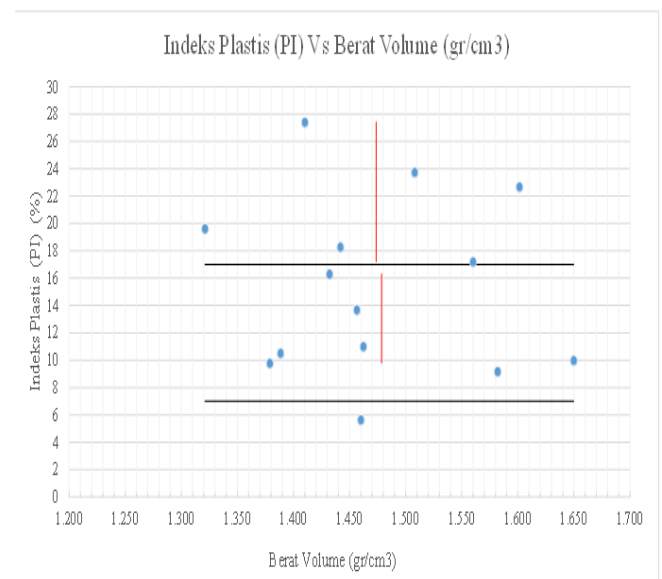
Jumikis, 1962 menyatakan bahwa sifat platisitas tanah terdiri dari 4 (empat) kategori yaitu non plastis (pasir), rendah (lanau), sedang (lempung berlanau) dan tinggi (lempung). Jenis tanah tersebut memiliki kemampuan menyimpan air berbeda yang dinyatakan dalam kadar air tanah. Kadar air tanah mempengaruhi nilai plastisitas (PI) tanahnya. Hasil penyelidikan seperti pada gambar 5.1 menunjukkan bahwa sebagian besar sampel berada pada rentang plastisitas $7 < P I < 17$ atau plastisitas sedang memiliki kadar air rata-rata 81.09 % dengan jenis tanah lempung berlanau; pada $PI > 17$ memiliki kadar air rata-rata 88.09 % dengan jenis tanah lempung dan hanya 1 (satu) sampel dengan nilai $PI < 7$ atau plastisitas rendah dengan jenis tanah lanau. Hal ini menunjukkan bahwa tanah di Banjarmasin pada lokasi tersebut didominasi oleh 2 (dua) jenis tanah yaitu lempung berlanau dan lempung dengan sifat plastisitas sedang sampai tinggi. Berdasarkan ukuran butiran untuk 2 (dua) jenis tanah tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran butiran semakin besar kemampuan menyimpan air tanah atau kadar airnya (wn) dan semakin besar nilai plastisitasnya (PI). Hal ini sesuai dengan hasil studi *Adelina A.R Runtuwene Oscar.H.Kaseke, Freddy Jansen,2016* yang menyatakan bahwa meningkatnya nilai indeks plastisitas dipengaruhi oleh kadar air, karakteristik material, dan kebersihan dari material.



Gambar 2. Grafik Hubungan Indeks Plastis dengan Kadar Air

Kadar air menentukan besarnya plastisitas suatu material. Karakteristik material mempengaruhi banyaknya partikel lempung dalam material di mana material lempung mempengaruhi besarnya plastisitas.

Karakteristik 3 (tiga) material tersebut menunjukkan distribusi ukuran butiran yang berbeda dimana diameter butiran tanah lempung < 0.002 mm, lempung berlanau < 0.0075 mm dan lanau $0.0075 - 0.005$ mm. Hasil penyelidikan menunjukkan bahwa pada tanah dengan palstisitas tinggi yaitu lempung memiliki ukuran butiran 0.002 mm yang lebih kecil dari ukuran butiran tanah lempung berlanau < 0.0075 mm dengan plastisitas sedang dan begitu juga untuk tanah dengan plastisitas rendah. Ukuran dan distribusi butiran serta kepadatan tanah tersebut mempengaruhi berat volumenya. Dari gambar 5.2. menunjukkan bahwa pada tanah dengan plastisitas tinggi memiliki rentang berat volume $1,321$ t/m³ sd. $1,601$ t/m³ atau rata-rata $1,47$ t/m³ lebih kecil dari tanah dengan plastisitas sedang dengan rentang $1,379$ t/m³ sd. $1,650$ t/m³ atau rata-rata $1,48$ t/m³. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar tingkat plastisitas tanah maka berat volume semakin kecil.



Gambar 3. Grafik Hubungan Indeks Plastis dengan Berat Volume

Aktivty Tanah Lempung

Hasil nilai dan klasifikasi Aktivty Tanah Lempung disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 4.

TABEL 2. Nilai dan Klasifikasi Aktivitas tanah lempung

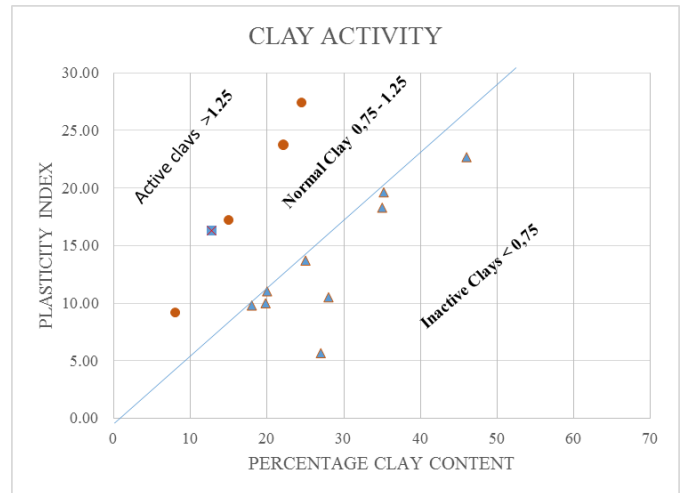
Kode Sampel	Indeks Plastisitas (PI) %	% Lempung	A	Klasifikasi
AFI-1	11.03	20.0	0.551	Tidak Aktif
AFI-2	23.75	22.1	1.075	Normal
AFI-3	16.31	12.8	1.274	Aktif
AFI-4	18.30	35.0	0.523	Tidak Aktif
AFI-5	27.42	24.5	1.119	Normal
AFI-6	17.21	15.0	1.147	Normal
AFI-7	5.66	27.0	0.210	Tidak Aktif
AFI-8	19.63	35.2	0.558	Tidak Aktif
AFI-9	22.69	46.0	0.493	Tidak Aktif
AFI-10	10.52	28.0	0.376	Tidak Aktif
AFI-11	13.70	25.0	0.548	Tidak Aktif
AFI-12	9.99	19.8	0.504	Tidak Aktif
AFI-13	9.80	18.0	0.544	Tidak Aktif
AFI-14	9.18	8.0	1.148	Normal

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari Gambar 4 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa klasifikasi aktivitas atau kemampuan mengembang untuk tanah dengan plastisitas tinggi $PI > 17$ adalah normal dengan rata – rata nilai activity sebesar 1.122 dan tidak aktif sebesar 0.479 dengan rentang prosentase lempung 15% - 46%.

Hanya satu yang aktif sebesar 1.274. Prosentase lempung rata-rata pada tanah klasifikasi aktifitas normal 20,53 % lebih kecil dari tanah dengan klasifikasi aktivitas tidak aktif yaitu 38,73 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada tanah aktivitas normal plastisitas tinggi dengan prosentase lempung rendah dari pada tanah dengan klasifikasi aktif memiliki ruang pori yang lebih besar.

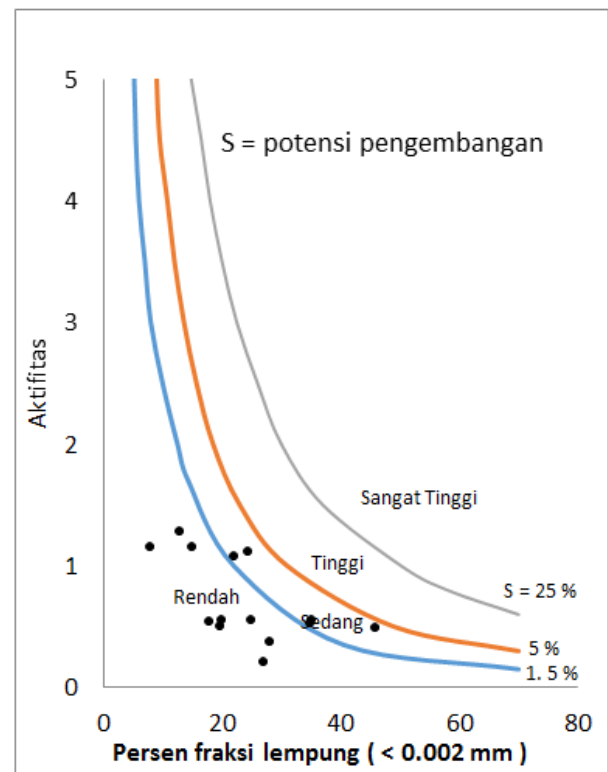
Ruang pori tersebut mampu menyimpan jumlah air yang besar atau kadar air tinggi sehingga palstisitasnya juga tinggi. Sesuai klasifikasi mineral menurut Skempton (1953) dan Hunt (2007) untuk penyelidikan ini menunjukkan bahwa jenis mineral tanah lempung di Banjarmasin didominasi oleh kaolinite dan illite.



Gambar 4. Grafik Hubungan Indeks Plastis dengan % Lempung

Potensi Kembang Susut Lempung di Banjarmasin

Potensi kembang susut tanah dapat ditentukan dari hubungan activity tanah terhadap persen fraksi lempung pada Gambar 5 dan Tabel 3.



Gambar 5. Grafik Hubungan Aktivitas dengan % Lempung

Gambar 5 menunjukkan bahwa potensi pengembangan (S) tanah adalah rendah - sedang. Hasil ini sesuai dengan sifat plastisitas tanah yang terjadi dengan rentang plastisitas rendah - sedang. Hal ini menunjukkan bahwa potensi pengembangan linear

dengan nilai plastisitasnya. *Altmeyer (1955)* menyatakan bahwa potensi pengembangan mempengaruhi batas susut tanah, hasil penyelidikan menunjukkan bahwa tanah lempung Banjarmasin memiliki potensi rentang susut 10 – 12 % atau memiliki potensi kembang susut sedang (marginal).

Tabel 3 Potensi Pengembangan dan Batas Susut

Kode Sampel	% Lempung	A	Potensi Pengembangan S (%)	Batas Susut SL (%)
AFI - 1	20.0	0.551	<1.5	10 - 12
AFI - 2	22.1	1.075	1.5 - <5	<10
AFI - 3	12.8	1.274	<1.5	10 - 12
AFI - 4	35.0	0.523	1.5 - <5	<10
AFI - 5	24.5	1.119	1.5 - <5	<10
AFI - 6	15.0	1.147	<1.5	10 - 12
AFI - 7	27.0	0.210	<1.5	10 - 12
AFI - 8	35.2	0.558	<1.5	10 - 12
AFI - 9	46.0	0.493	1.5 - <5	<10
AFI - 10	28.0	0.376	<1.5	10 - 12
AFI - 11	25.0	0.548	<1.5	10 - 12
AFI - 12	19.8	0.504	<1.5	10 - 12
AFI - 13	18.0	0.544	<1.5	10 - 12
AFI - 14	8.0	1.148	<1.5	10 - 12

(Sumber: Hasil Perhitungan)

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa hasil pengolahan data yang disajikan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai activity tanah lempung di kota Banjarmasin memiliki klasifikasi aktivitas atau kemampuan mengembang untuk tanah dengan plastisitas tinggi $PI > 17$ adalah normal dengan rata – rata nilai activity sebesar 1.122 dan tidak aktif sebesar 0.479 dengan rentang prosentase lempung 15% - 46%. Hanya satu yang aktif sebesar 1.274. Prosentase lempung rata-rata pada tanah klasifikasi aktifitas normal 20,53 % lebih kecil dari tanah dengan klasifikasi aktivitas tidak aktif yaitu 38,73 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada tanah aktivitas normal plastisitas tingi dengan prosentase lempung rendah dari pada tanah dengan klasifikasi aktif memiliki ruang pori yang lebih besar.
2. Potensi pengembangan (S) tanah lempung di Banjarmasin adalah rendah - sedang. Hasil ini sesuai dengan sifat plastisitas tanah yang terjadi dengan rentang plastisitas rendah - sedang. Hal ini menunjukkan bahwa potensi pengembangan linear dengan nilai palstisitasnya. Potensi pengembangan mempengaruhi batas susut tanah dan memiliki potensi rentang susut 10 – 12 % atau memiliki potensi kembang susut sedang (marginal).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada PT. Adalab Fondasi Ideal dan Laboratorium Geoteknik Transportasi Politeknik Negeri Banjarmasin serta semua pihak yang telah membantu terselesainya penelitian ini dengan baik, semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya pelaku konstruksi di kasus yang sama.

REFERENSI

- Alifahmi, R. Irvan Sophian, Dicky Muslim. 2016. *Aktivitas Tanah Lempung Pada Formasi Bojongmanik Terhadap Kestabilan Lereng di daerah Cikopomayak*, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Timur
- Arbianto, Reki dkk. 2016. Jurnal. *Studi Korelasi Indeks Plastisitas dan Batas Susut Terhadap Perilaku Mengembang Tanah*. Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945. Jakarta.
- Bella, Rosmiyati A. dkk. 2015. Jurnal. *Identifikasi Kerusakan Konstruksi Akibat Potensi Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif di Desa Oebelo*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Undana. Kupang.
- Budi, Setyo Gogot. 2011. *Pengujian Tanah di Laboratorium*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. *Mekanika Tanah I* Edisi ketiga. Gadjah Mada University. Yogyakarta
- Norhadi, Ahmad, Muhammad Fauzi, M. Yogi Indra Rukmana. 2017. *Penentuan Nilai CBR Dan Nilai Penyusutan Tanah Timbunan (Shrinkage Limit) Daerah Barito Kuala*, Jurnal POROS TEKNIK Volume 9, No. 1, Juni 2017 :1-41
- Runtuwene, Adelina A.R, Oscar.H.Kaseke, Freddy Jansen. *Pengaruh Variasi Nilai Index Plastisitas Dari Agregat Halus Terhadap Daya Dukung Lapis Pondasi Agregat Kelas-A*, Universitas Sam Ratulangi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Manado
- Ridho, Ahmad. 2020. *Penentuan Klasifikasi dan Aktivitas Tanah Pada Tanah Lempung di Banjarmasin* TA, Politeknik Negeri Banjarmasin, Banjarmasin
- Yuliet, Rina, Abdul hakim, Getby Febrian.2011. *Uji Potensi Mengembang Pada Tanah*

Lempung Dengan Metoda Free Swelling Test,
Jurnal Rekayasa Sipil. Padang
Yuniati Titi. 2010. Skripsi. *Perubahan Kandungan Air
Terhadap Nilai Pengembangan Pada Tanah Dasar
Jalan Penawangan-Purwodadi* Fakultas Teknik
Universitas Negeri Semarang. Semarang