



**PERBAIKAN TANAH EKSPANSIF DENGAN
PENCAMPURAN NaCl SEBAGAI STABILITATOR
(Studi Kasus Tanah Ekspansif Dusun Jatiluhur, Desa Glagah
Agung, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi)**

SKRIPSI

Oleh

Diah Ayu Paramiswari

NIM. 141910301036

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2018



**PERBAIKAN TANAH EKSPANSIF DENGAN
PENCAMPURAN NaCl SEBAGAI STABILITATOR
(Studi Kasus Tanah Ekspansif Dusun Jatiluhur, Desa Glagah
Agung, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas seminar dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh

Diah Ayu Paramiswari

NIM. 141910301036

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT, dengan rahmat, petunjuk dan karuniaNya saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
2. Kedua orang tuaku yang saya sayangi, Alm. Bapak Suyitno dan Ibu Lamiatul Badriyah, yang selalu mendoakan, memberikan dukungan dan pengorbanan yang tak terhingga.
3. Keluarga besar serta saudara-saudaraku tersayang Mas Yuzqi, Mbak Aini dan Mas Haris yang senantiasa memberiku motivasi dan semangat.
4. Bapak M. Farid Ma'ruf S.T., M.T., Ph.D dan Bapak Paksitya Purnama Putra S.T.,M.T. terimakasih telah membimbing dengan sabar dan memberikan masukan untuk penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Syamsul Arifin S.T., M.T. dan Bapak Luthfi Amri Wicaksono S.T., M.T. terimakasih masukan yang bermanfaat dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak maupun Ibu Dosen dan Teknisi Laoratorium Teknik Sipil Universitas Jember beserta jajarannya yang banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Guru-guruku yang telah berjasa membimbing dan memberi banyak ilmu sejak TK hingga SMA.
8. Almamater Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember, tempatku menuntut ilmu.
9. Teman teman dari Tim Geotek (Rendra, Ari, Celia, Ilham , Mas Alex, Ana dan Stevianus) yang senantiasa menemani, membantu dan saling bekerja sama dalam banyak hal hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
10. Sahabat sahabatku Adelia Nur Isna, Dewi Aprilia, Desy Lainufarsari, Rendra Kurniawan, M. Ari Ridwansyah, Billy Satria, Galih Wahyu, Anggreano Berto, Gianeke, Abbel, Popy, Maya, teman teman KKN CINOP 09 dan masih banyak lagi yang telah memberikan *support* dan semangat juga motivasi.
11. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil 2014 yang selalu memberikan semangat dan kemudahan selama penyusunan penelitian ini.

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

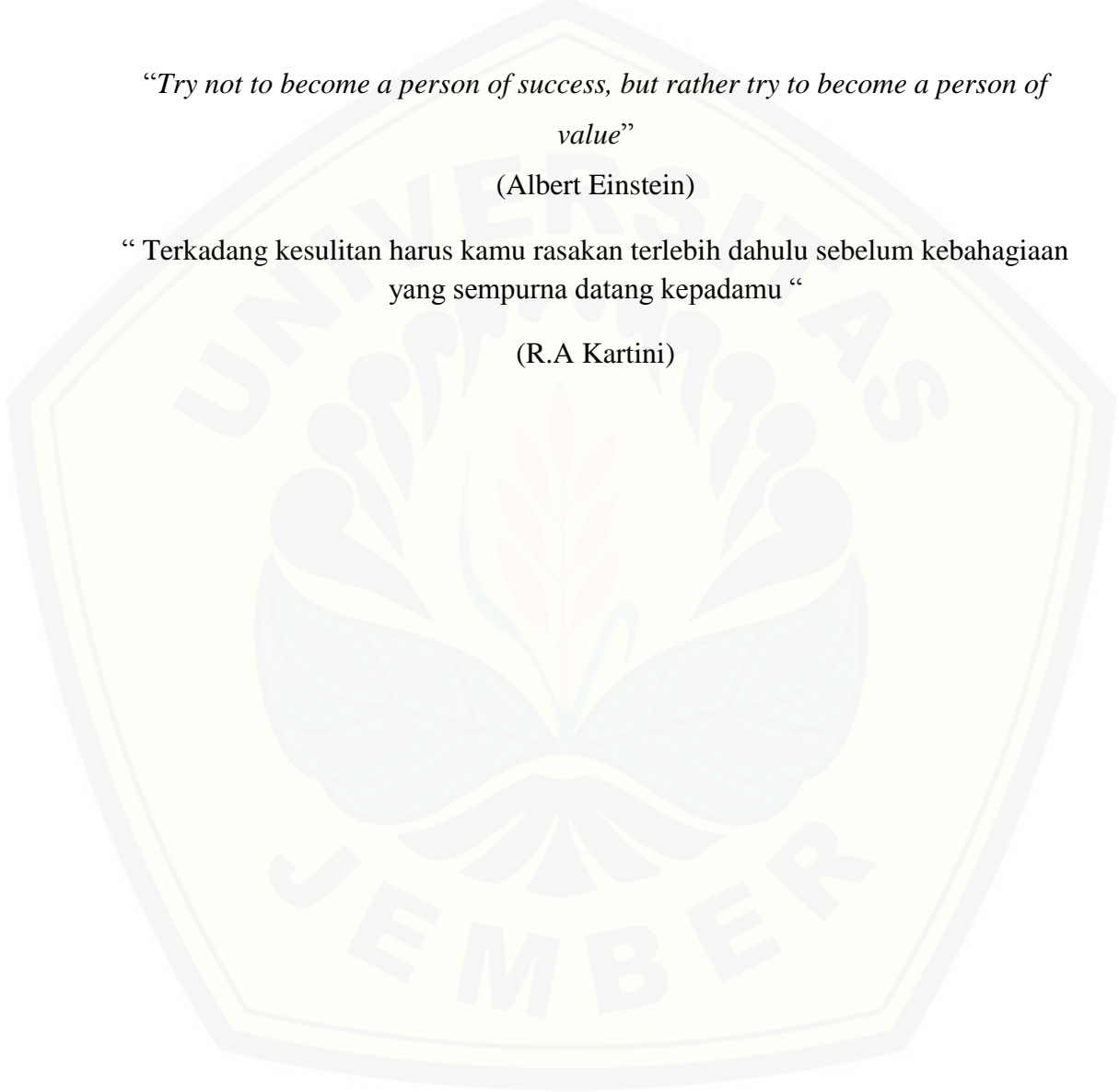
(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“Try not to become a person of success, but rather try to become a person of value”

(Albert Einstein)

“ Terkadang kesulitan harus kamu rasakan terlebih dahulu sebelum kebahagiaan yang sempurna datang kepadamu “

(R.A Kartini)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Diah Ayu Paramiswari

NIM : 141910301036

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Perbaikan Tanah Ekspansif dengan Pencampuran NaCl Sebagai Stabilisator (Studi Kasus Tanah Ekspansif Dusun Jatiluhur ,Desa Glagah Agung ,Kecamatan Purwoharjo ,Kabupaten Banyuwangi)" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Mei 2018

Yang menyatakan

Diah Ayu Paramiswari

NIM. 141910301036

SKRIPSI

**PERBAIKAN TANAH EKSPANSIF DENGAN
PENCAMPURAN NaCl SEBAGAI STABILITATOR
(Studi Kasus Tanah Ekspansif Dusun Jatiluhur, Desa Glagah
Agung, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi)**

oleh

Diah Ayu Paramiswari

NIM. 141910301036

Pembimbing,

Dosen Pembimbing I : M. Farid Ma'ruf, S.T., Ph.D

Dosen Pembimbing II : Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul "Perbaikan Tanah Ekspansif dengan Pencampuran NaCl Sebagai Stabilitor (Studi Kasus Tanah Ekspansif Dusun Jatiluhur ,Desa Glagah Agung ,Kecamatan Purwoharjo ,Kabupaten Banyuwangi)" telah di uji dan disahkan pada

Hari : Rabu

Tanggal : 18 April 2018

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing:

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

M. Farid Ma'ruf, S.T., Ph.D
NIP 19721223 199803 1 002

Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T.
NIR 760016798

Tim Penguji:

Penguji 1,

Penguji 2,

Syamsul Arifin, S.T.,M.T.
NIP 19690709 199802 1 001

Luthfi Amri W., S.T., M.T.
NIR 760016771

Mengesahkan,

Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

”Perbaikan Tanah Ekspansif dengan Pencampuran NaCl Sebagai Stabilisator (Studi Kasus Tanah Ekspansif Dusun Jatiluhur ,Desa Glagah Agung ,Kecamatan Purwoharjo ,Kabupaten Banyuwangi)”; Diah Ayu Paramiswari., 141910301036; 2017: 117 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Permasalahan tanah ekspansif merupakan permasalahan yang banyak terjadi di banyak penjuru dunia. Sifat dari tanah ekspansif yang mudah mengalami perubahan volume memberikan pengaruh yang kurang baik bagi konstruksi bangunan. Permasalahan yang timbul akibat tanah ekspansif dapat berupa keretakan bangunan hingga kegagalan konstruksi. Pada lokasi studi kasus desa Glagah Agung terdapat beberapa rumah warga yang mengalami kerusakan dikarenakan pengaruh tanah ekspansif. Oleh karenanya dilakukan perbaikan sifat tanah dengan cara stabilisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh garam sebagai bahan stabilisator guna mengurangi potensi pengembangan tanah ekspansif.

Hasil pengujian *index properties* tanah pada dusun Jatiluhur Kabupaten Banyuwangi menunjukkan nilai kadar air sebesar 37,443%, berat isi sebesar 1,658 gr/cm³ dan berat jenis sebesar 2,381. Tanah pada lokasi studi kasus terklasifikasikan sebagai lempung berplastisitas tinggi dengan persentase lolos saringan No. 200 sebanyak 96,5%. Nilai batas *atterberg* didapatkan batas cair (LL) sebesar 90,86%, batas plastis (PL) sebesar 36,97% dan indeks plastisitas (PI) 53,89%. Dari hasil korelasi nilai batas *atterberg* terhadap kriteria beberapa peneliti terdahulu (Chen(1988), Raman (1967), Snethen et.al (1977)) dan SNI-03-6795-2002 menunjukkan bahwa tanah pada Desa Glagah Agung memiliki potensi mengembang yang tinggi.

Stabilisasi tanah ekspansif dilakukan dengan mencampur bahan kimia berupa garam (NaCl) pada tanah. Kadar garam yang digunakan adalah 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. Garam dicampurkan dalam bentuk larutan agar mudah terserap oleh tanah. Garam digunakan sebagai bahan stabilisator karena mengandung

kation-kation yang dapat memperkokoh susunan butiran tanah. Ion-ion positif pada NaCl dapat mengisi dan menyeimbangkan jumlah ion negative pada tanah ekspansif sehingga tanah tidak mudah mengembang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa garam (NaCl) dapat menurunkan potensi pengembangan dari tanah ekspansif. Nilai berat jenis dan berat isi tanah mengalami peningkatan seiring ditambahkan garam. Nilai batas cair mengalami penurunan sebanyak 44% pada kadar garam 25%. Nilai batas plastis mengalami penurunan dari tanah asli sebesar 36,97% menjadi 25,69% pada kadar garam 25%. Nilai indeks plastisitas mengalami penurunan dari semula 53,89 % menjadi 13,43%. Hal ini menjadi indicator bahwa potensi pengembangan telah berkurang karena semakin rendah nilai indeks plastisitas (IP) maka semakin rendah aktifitas lempung tanah.

Selain dari nilai batas atterberg potensi pengembangan juga diukur dari pengujian free swell menggunakan alat konsolidometer. Nilai potensi pengembangan pada tanah asli didapatkan sebesar 1,15%. Setelah dilakukan stabilisasi maka didapat bahwa potensi pengembangan tanah menurun. Pada kadar garam 5% tanah masih mengalami pengembangan sebesar 0,636%. Namun pada campuran garam 10% hingga 25% tanah tidak lagi mengembang.

SUMMARY

Expansive Soil Improvement by Mixing NaCl as a Stabilizer ; Diah Ayu Paramiswari., 141910301036; 2017: 117 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

The expansive soil is a problem that occurs in many places all over the world. The characteristic of the expansive soil that is susceptible to volume change contributes to bring a bad effect to the building construction. The damage that possibly occurs to the structure is differential soil settlement, crackly house walls, and foundation failure. In the research site that is located on Glagah Agung village there are some houses that have been damaged due to the influence of expansive soil. Therefore, the stabilization is done to improve the soil properties. This research aims to determine the effect of salt as a stabilizer material in order to reduce the swelling potential of expansive soil.

The tests results of index of soil properties at Glagah Agung village showed the value of water content equal to 37,443%, density equal to 1,658 gr / cm³ and specific gravity 2,381. The soil at the research site is classified as high-plasticity clay with a percentage of passing filter no. 200 by 96.5%. The value of atterberg limit was obtained liquid limit (LL) of 90.86%, plastic limit (PL) of 36.97% and plasticity index (PI) 53.89%. by correlating the atterberg limit value to the criteria of some previous researcher (Chen (1988), Raman (1967), Snethen et.al (1977)) and SNI-03-6795-2002 show that the soil in Glagah Agung village has a high swelling potential .

Expansive soil stabilization is done by mixing the chemical in the form of salt (NaCl) to the soil. The salt content used is 5%, 10%, 15%, 20%, 25%. The salt is dissolve with water so it can be easily absorbed by the soil. Salt is used as a stabilizer because it contains cation that can strengthen the arrangement of granules. The positive ions in NaCl can fill and balance the amount of negative ions in the expansive soil so that the soil is not easy to expand.

The results showed that salt (NaCl) can reduce the swelling potential of expansive soil. The specific gravity and the dry soil density increased with the

addition of salt. The liquid limit value decreased by 44% at 25% salt level. The plastic limit value decreased from the original soil by 36.97% to 25.69% at 25% salinity. Plasticity index value decreased from 53.89% to 13.43%. This is an indicator that the potential for swelling has decreased because the lower the value of plasticity index (IP) means the lower the activity of clay soil.

Apart from the atterberg limit value, swelling potential is also measured from free swell testing using a consolidometer tool. The value of development potential on the original soils is 1.15%. After the stabilization has been doen, it is found that the swelling potential for expansive soil decreases. At 5% salt mixture, the expansive soil swells for 0,636%. But no longer swells at 10% until 25% salt mixture.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbaikan Tanah Ekspansif dengan Pencampuran NaCl Sebagai Stabilisator (Studi Kasus ; Dusun Jatiluhur, Desa Glagah Agung, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi)”. Skripsi ini disusun guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah , M.UM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Ir. Hernu Suyoso , MT selaku Ketua Jurusan dan Dr. Anik Ratnaningsih, ST.MT selaku Ketua Program Studi (S1) Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
3. M. Farid Ma’ruf ST.,MT., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Paksitya Purnama Putra ST.,MT., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang senantiasa meluangkan waktu dan pikirannya untuk membimbing, mengarahkan dan memberikan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama masa studi.
5. Seluruh Civitas Akademika Teknik Sipil Universitas Jember yang telah mendukung dan mendoakan kelancaran penelitian ini.
6. Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Faklutas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama beberpa tahun tahun ini.
7. Semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang
8. telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun sangat

diharapkan demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, Mei 2018

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	3
2.2 Karakteristik Tanah Ekspansif	3
2.3 Mekanisme Kembang Susut Pada Tanah	4
2.4 Stabilisasi Tanah Ekspansif	4
2.5 Garam Dapur (NaCl) Sebagai <i>Stabilizing Agent</i>	5
2.6 Pengukuran Pengembangan Tanah	6
2.7 Identifikasi <i>Properties</i> Tanah	10
a. Sifat Fisik	11
b. Sifat Mekanik	17

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Konsep Penelitian	19
3.2 Waktu Penelitian	20
3.3 Alur Penelitian	21
3.4 Rancangan Penelitian	23
1. Tahap Persiapan	24
2. Identifikasi Karakteristik Tanah.....	25
a. Uji Sifat Fisis Tanah.....	25
b. Uji Sifat Mekanis Tanah.....	31
c. Uji Potensi Pengembangan.....	33
3. Pencampuran tanah asli dengan stabiliator (NaCl).....	35
4. Pemeraman benda uji	35
5. Analisa dan penarikan kesimpulan	35

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Pendahuluan	36
4.1.1 Hasil Pengujian <i>Index Properties</i> Tanah Asli.....	36
4.1.2 Hasil Identifikasi Pengembangan Tanah Asli.....	36
4.2 Pengujian Tanah Campuran	37
4.2.1 Uji Potensi Pengembangan.....	38
4.2.2 Hasil Pengujian <i>Index Properties</i> Tanah Campuran	42

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran	52

DAFTAR PUSTAKA	53
-----------------------------	----

LAMPIRAN-LAMPIRAN	54
--------------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1	Potensi pengembangan..... 10
2.2	Grafik batas cair 13
2.3	Klasifikasi USCS 15
2.3	Klasifikasi AASHTO 16
3.1	Waktu Penelitian..... 20
3.2	Alur Penelitian 21
3.3	Alur Penelitian (Lanjutan) 22
3.4	Prosedur Tumbukan 32
4.1	Potensi pengembangan tanah campuran (Sumber: Seed, 1962) 39
4.2	Grafik hasil pengujian Free Swell..... 41
4.3	Rekapitulasi persentase pengembangan tanah 44
4.4	Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Campuran..... 45
4.5	Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah Campuran 45
4.6	Hasil Pengujian Indeks Plastisitas Tanah Campuran..... 46
4.7	Hasil pengujian kadar air 47
4.8	Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah 48
4.9	Grafik klasifikasi tanah campuran 49
4.10	Hasil pengujian Modified Proctor Compact Test 50
4.11	Pengaruh kadar NaCl terhadap kadar air optimum 51
4.13	Pengaruh kadar NaCl terhadap berat isi kering 52

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1	Kriteria pengembangan menurut SNI (SNI 03-6795-2002) 8
2.2	Kriteria pengembangan menurut Raman 8
2.3	Kriteria pengembangan menurut Chen 9
2.4	Kriteria pengembangan menurut Snethen..... 9
2.5	Kriteria pengembangan menurut Seed..... 10
2.6	Klasifikasi tanah berdasarkan berat jenis 12
3.1	Persentase Campuran 23
4.1	Klasifikasi pengembangan tanah asli..... 37
4.2	Hasil Pengujian Index Properties Tanah + NaCl 38
4.3	Nilai aktifitas tanah + NaCl 38
4.4	Identifikasi Derajat Pengembangan Tanah Peram 1 Hari..... 40
4.5	Hasil Perhitungan Persen Pengembangan menurut SNI 6424-2008.. 43
4.6	Klasifikasi tanah campuran..... 49

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A : Pengujian Berat Volume.....	54
Lampiran B : Pengujian Kadar Air	56
Lampiran C : Pengujian Berat Jenis.....	59
Lampiran D : Pengujian Batas Batas Atterberg	63
Lampiran E : Pengujian Standard Proctor.....	75
Lampiran F : Pengujian Analisa Saringan Basah.....	88
Lampiran G : Pengujian Hidrometer.....	95
Lampiran H : Pengujian <i>Free Swell</i>	108

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Terdapat banyak jenis tanah yang berada di alam, namun tidak semua tanah memberikan pengaruh yang baik bagi suatu konstruksi bangunan. Sebagai struktur dasar yang bertugas menahan beban konstruksi tanah harus memiliki sifat yang padat dan keras. Tanah yang keras dan padat dapat memperkecil resiko terjadinya penurunan pada konstruksi di atasnya. Dari sekian banyak jenis tanah yang ada di alam, terdapat suatu jenis tanah yang memiliki sifat kembang-susut yang tinggi. Jenis tanah ini disebut dengan tanah lempung ekspansif. Masyarakat biasa menyebutnya sebagai tanah gerak dikarenakan tanah tersebut dapat mengalami perubahan volume. Perilaku perubahan volume pada lempung ekspansif sangat fluktuatif, artinya mudah mengembang dan juga mudah menyusut. (Sudjianto, 2007). Tanah lempung ekspansif sangat mengembang ketika terjadi penambahan kadar air, dan sangat menyusut hingga mengalami keretakan ketika kadar air rendah. Perilaku tanah yang seperti ini memberikan dampak yang kurang baik bagi suatu konstruksi.

Penelitian dilakukan di Kota Banyuwangi dimana terdapat kawasan rumah penduduk yang dibangun di atas tanah lempung ekspansif. Tanah di daerah ini menjadi sangat mengembang ketika musim hujan dan menyusut ketika musim kemarau. Beberapa jenis kerusakan yang dapat terjadi pada bangunan yang didirikan di atas tanah yang ekspansif adalah lantai rumah bergelombang dan retaknya dinding tembok. (Mochtar. 2000). Oleh karena itu perlu dilakukan usaha agar dapat meminimalisir dampak buruk yang terjadi pada konstruksi. Perbaikan tanah ekspansif dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu secara mekanis dan penambahan zat aditif. Cara mekanis adalah dengan memadatkan tanah tersebut. Cara yang kedua adalah dengan menambahkan zat aditif pada tanah. Pada penelitian ini akan dilakukan perbaikan tanah dengan cara menambahkan bahan stabilisator berupa garam terhadap tanah ekspansif

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan dianalisa pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana sifat-sifat fisis tanah asli Desa Glagah Agung Kabupaten Banyuwangi ?
- b. Bagaimana pengaruh penambahan material NaCl sebagai stabilitor terhadap nilai parameter sifat fisis dan mekanis tanah ?
- c. Bagaimana pengaruh penambahan material NaCl sebagai stabilitor terhadap persentase mengembang tanah ?

1.3. Maksud dan Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Mengetahui sifat fisis tanah asli di Desa Glagah Agung Kabupaten Banyuwangi
- b. Mengetahui sifat fisis dan mekanis tanah lempung ekspansif yang telah diberi garam dapur (NaCl).
- c. Mengetahui persentase garam yang baik untuk memperbaiki tanah lempung ekspansif

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut

- a. Sebagai bahan pertimbangan dalam menanggulangi permasalahan tanah ekspansif
- b. Sebagai rujukan bagi pengembang dan masyarakat sekitar sebelum melakukan pembangunan

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang perbaikan tanah ekspansif sudah sering dilakukan dengan berbagai macam metode. Begitu pula dengan metode pencampuran garam (NaCl) sebagai stabilisator, metode ini telah diteliti beberapa kali. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh (Prasetyo, 2016). Pencampuran tanah lempung ekspansif dengan garam menunjukkan bahwa nilai berat jenis, batas cair, indeks plastis dan lolos saringan No.200 mengalami penurunan seiring dengan peningkatan persentase kadar garam.

2.2 Karakteristik Tanah Ekspansif

Tanah ekspansif merupakan tanah atau batuan yang kandungannya lempungnya memiliki potensi kembang-susut akibat perubahan kadar air (PU, n.d.). Tanah kembang-susut mempunyai ciri-ciri: tanah akan mengembang bila tanah menjadi basah (pada musim penghujan) dan menyusut apabila tanah menjadi kering (pada musim kemarau). Besarnya pengembangan dan penyusutan tanah tersebut biasanya tidak merata (tidak sama) dari satu titik ke titik yang lain. (Mochtar, 2012)

Dalam Pedoman Konstruksi Bangunan: Penanganan Tanah Ekspansif Untuk Jalan, tanah ekspansif memiliki karakteristik yang berbeda dengan jenis tanah pada umumnya yaitu:

a. Mineral Lempung

Mineral lempung yang menyebabkan perubahan volume umumnya mengandung *montmorillonite* atau *vermiculite*, sedangkan *illite* dan *kaolinite* dapat bersifat ekspansif bila ukuran partikelnya sangat halus.

b. Kimia Tanah

Meningkatnya konsentrasi kation dan bertambahnya tinggi valensi kation dapat menghambat pengembangan tanah.

c. Plastisitas

Tanah dengan indeks plastisitas dan batas cair yang tinggi mempunyai potensi untuk mengembang yang lebih besar.

d. Struktur Tanah

Tanah lempung yang berflokulasi cenderung bersifat lebih ekspansif dibandingkan dengan yang terdispersi.

e. Berat Isi Kering

Tanah yang mempunyai berat isi kering yang tinggi menunjukkan jarak antar partikel yang kecil, hal ini berarti gaya tolak yang besar dan potensi pengembangan yang tinggi.

2.3 Mekanisme Kembang-Susut Pada Tanah

Seperti telah dijelaskan bahwa tanah ekspansif adalah tanah yang mengalami mekanisme kembang-susut. Pengembangan tanah ialah pembesaran volume tanah akibat bertambahnya kadar air. Pembesaran volume bergantung pada komposisi mineral, peningkatan kadar air, indeks plastisitas, kadar lempung dan tekanan tanah penutup. Sedangkan pengertian dari penyusutan tanah adalah pengecilan volume tanah ekspansif akibat berkurangnya kadar air. Potensi pengecilan ini terjadi apabila nilai kadar air lebih kecil dari batas susutnya (PU, n.d.).

Menurut Kormonik dan David (1969) dalam Mochtar (2012), pengembangan dari tanah disebabkan oleh dua hal :

1. Sebab Mekanis

Pengembangan disebabkan karena kebalikan peristiwa kapiler. Bila kadar air dalam tanah naik dan tanah menjadi jenuh maka tegangan kapiler mengecil dan air pori dapat sama dengan tegangan hidrostatis. Dengan sendirinya tegangan efek tanah turun dan tanah cenderung untuk “mengembang” kembali pada volume semula.

2. Sebab Fisika-Kimia

Masuknya air diantara partikel-partikel lempung mineral jenis *montmorillonite* akan menyebabkan mengembangnya jarak antara unit lapisan struktur dasar. Kondisi ini terjadi pada saat kadar air tanah naik. (Mochtar:2012)

2.4 Stabilisasi Tanah Ekspansif

Tanah ekspansif merupakan jenis tanah yang kurang menguntungkan apabila dijadikan dasar suatu konstruksi bangunan. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha agar dapat mengurangi resiko terjadinya kerusakan struktur. Beberapa cara yang dapat dilakukan yaitu dengan mengganti material tanah dengan jenis tanah yang non ekspansif, manajemen sistem drainase agar tidak terjadi genangan, dan perbaikan tanah dengan cara stabilisasi.

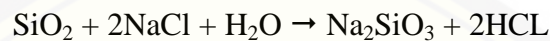
Menurut Soekoto(2000) dalam (Prasetyo, 2016) stabilisasi tanah adalah suatu usaha untuk mengolah tanah yang bertujuan untuk meningkatkan nilai CBR yang lebih tinggi dari tanah asli sehingga baik digunakan untuk dasar suatu konstruksi. Stabilisasi dapat dilakukan dengan mencampurkan suatu bahan kimia atau material lain dengan tanah ekspansif. Menurut Ingles dan Metcalf (1972) pada (Sudjianto, 2007), stabilisasi tanah ekspansif yang murah dan efektif adalah dengan menambahkan bahan kimia tertentu, dengan penambahan bahan kimia dapat mengikat mineral lempung menjadi padat, sehingga mengurangi kembang susut tanah lempung ekspansif.

2.5 Garam Dapur (NaCl) Sebagai *Stabilizing Agent*

Pada penelitian ini digunakan garam sebagai bahan stabilisasi tanah ekspansif. Menurut Subiyantoro (2001) pada (Joetra, 2015) garam adalah benda padatan berwarna putih berbentuk kristal yang merupakan kumpulan senyawa dengan sebaagian besar terdiri dari Natrium Chlorida (>80%). Tanah ekspansif memiliki komposisi kation positif yang tersebar di permukaan menyelubungi ion ion negatif. Oleh karena itu untuk mengurangi sifat kembang-susut dapat dilakukan

dengan menambah jumlah ion-ion positif seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ . Makin banyak kation akan memperkecil nilai kembang-susut tanah tersebut. (Mochtar:2012)

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Prasetyo, 2016) menunjukkan bahwa pada uji unsur kimia, unsur Si yang paling banyak terkandung pada tanah lempung ekspansif.



Apabila unsur Si direaksikan dengan NaCl dan air akan menghasilkan Na_2SiO_3 dan 2HCl dimana pada reaksi tersebut terjadi pertukaran ion. Hal tersebut menunjukkan bahwa ion positif dari garam dapat melengkapi susunan partikel pada tanah lempung ekspansif sehingga menjadi lebih kompleks. Garam yang digunakan adalah garam dapur. Digunakan garam dapur karena mudah untuk didapatkan dan telah berbentuk serbuk halus sehingga mudah dilarutkan dengan air.

2.6 Pengukuran Pengembangan Tanah

Tanah memiliki potensi untuk mengembang dan menyusut karena air dapat mengisi pori pori dan akan menambah volume tanah. Akan tetapi sifat tanah yang dapat mengembang tersebut menjadi pengaruh yang buruk apabila potensi mengembangnya tinggi. Oleh karena itu perlu dilakukan proses identifikasi untuk mengetahui potensi pengembangan tanah. Terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan untuk memprediksi tingkat pengembangan suatu tanah, diantaranya yaitu:

a. Berdasarkan pengukuran langsung

Identifikasi potensi kembang-susut tanah dapat dilakukan dengan menerapkan pengujian potensi pengembangan atau penurunan satu dimensi tanah kohesif berdasarkan SNI 6424-2008. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat konsolidometer dengan pemberian beban sebesar 2 kPa. Persentase pengembangan bebas dari pengujian ini dapat dihitung dengan rumus:

$$S_w (\%) = \frac{\Delta H}{H_0} \times 100\% = \frac{e_{sc} - e_0}{1 + e_0} \times 100 = \left(\frac{Y_{do}}{Y_{dc}} \right)$$

Rumus (2.1)

Dimana :

ΔH : Perubahan tinggi benda uji

H_0 : Tinggi awal benda uji

e_{sc} : angka pori setelah terjadi penembangan pada tekanan penyeimbang

e_0 : angka pori tanah awal

b. Berdasarkan *Activity* (A_c)

Perubahan volume tanah berhubungan dengan indeks plastisitas dan juga banyaknya partikel lempung yang terkandung pada tanah tersebut. Nilai aktifitas juga berhubungan dengan jenis mineral yang terkandung. Skempton (pada Rina Yuliet, Abdul Hakam, 2011) merumuskan nilai *activity* yang membahas tentang hubungan fraksi lempung dengan aktifitas mineral pada tanah. Nilai aktifitas diatas 1,25 menunjukkan bahwa tanah tersebut mengandung mineral *montmorilonite*. Dimana mineral tersebut merupakan mineral yang menyebabkan tanah menjadi ekspansif.

$$Activity (A_c) = \frac{PI}{C - 10}$$

Rumus (2.2)

Dimana :

PI : Indeks plastisitas (%)

C : Persentase fraksi lempung <0,002 mm

$A_c > 1,25$: Tanah bersifat aktif dan ekspansif

$0,75 > A_c > 1,25$: Tanah digolongkan normal

$A_c < 1,25$: Tanah digolongkan tidak aktif

c. Berdasarkan batas-batas *atterberg*/konsistensi

Batas-batas *atterberg* merupakan salah satu parameter yang dapat membantu identifikasi potensi pengembangan. Terdapat beberapa metode klasifikasi dari para

ahli dan juga badan standarisasi nasional mengenai kriteria potensi pengembangan. Berikut merupakan beberapa kriteria potensi pengembangan.

1) Kriteria SNI 03-6795-2002

Tingkat pengembangan menurut kriteria SNI 03-6795-2002 dikaitkan dengan nilai batas cair, indeks plastisitas dan tekanan uji hisap asli. Kriteria tersebut ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kriteria pengembangan menurut SNI 03-6795-2002

Hubungan Tingkat Pengembangan Dengan Batas Cair ,Index Plastis dan Uji Hisap pada Tanah Asli (SNI 03-6795-2002)			
Tingkat Pengembangan	Batas Cair %	Index Plastis %	Uji Hisap Asli (Kn/m ²)
Tinggi	>60	>35	>4
Sedang	50 - 60	25 - 35	1.5 - 4
Rendah	<50	<25	<1.5

2) Kriteria Raman

Derajat pengembangan menurut kriteria Raman dikaitkan dengan nilai batas susut dan indeks plastisitas seperti tersebut ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Kriteria pengembangan menurut Raman

Plasticity Index (%)	Shrinkage Index (%)	Degree of Expansion
<12	<15	Low
12 – 23	15 – 30	Medium
23 – 30	30 – 40	High
>30	>40	Very high

3) Kriteria Chen

Tingkat pengembangan menurut kriteria Chen dikaitkan dengan indeks plastisitas. Semakin tinggi nilai indeks plastisitas maka semakin tinggi pula potensi mengembangkannya. Kriteria tersebut ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Kriteria pengembangan menurut Chen

Plasticity Index (%)	Swelling Potential
0 – 15	Low
10 – 35	Medium
20 – 35	High
>35	Very High

4) Kriteria Snethen

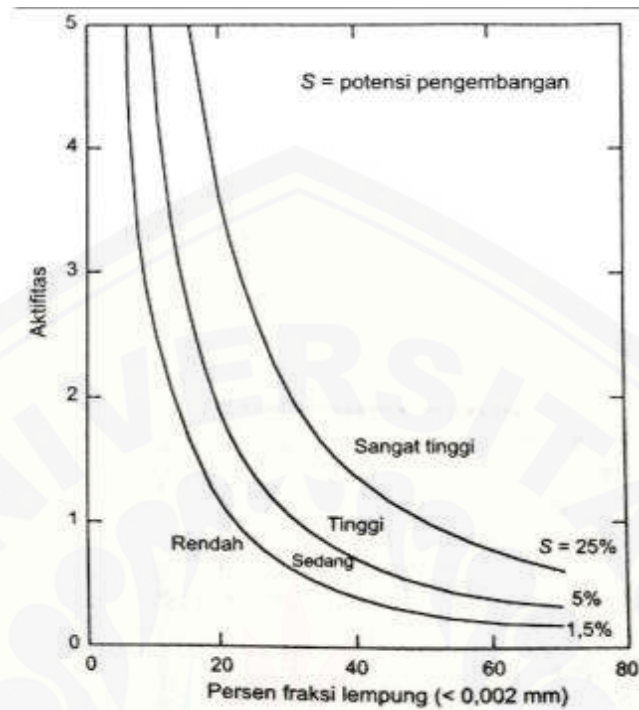
Tingkat pengembangan menurut kriteria Snethen dikaitkan dengan nilai batas cair, indeks plastisitas dan tekanan uji hisap asli. Kriteria tersebut ditunjukkan pada tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Kriteria pengembangan menurut Snethen

LL (%)	PI (%)	Sat Tsf	Potential Swelling (%)	Potential Swelling Clasification
>60	>35	>4	>1.5	High
50 – 60	25 – 35	1.5 – 4	0.5 – 1.5	Medium
<50	<25	<1.5	<0.5	Low

5) Kriteria Seed

Untuk mencari potensi pengembangan, pada kriteria milik Seed berhubungan dengan rumus *Activity*. Hubungan tersebut ditampilkan pada gambar 2.1. Tabel kriteria pengembangan menurut Seed ditampilkan pada tabel 2.5



Gambar 2. 1 Potensi pengembangan

Tabel 2. 5 Kriteria pengembangan menurut Seed

Swelling Potential (%)	Swelling Degree
0 – 1.5	Low
1.5 – 5	Medium
5 – 25	High
>25	Very High

2.7 Identifikasi *Properties* Tanah

Tanah memiliki beberapa sifat diantaranya adalah sifat fisis, biologis, kimiawi dan mekanis. Akan tetapi sifat-sifat tanah yang biasa dikaitkan dengan ilmu sipil dalam hal merencanakan suatu konstruksi adalah sifat fisis (*index properties*) dan sifat mekanis (*engineering properties*).

a. Sifat Fisik

Sifat fisis tanah merupakan sifat tanah yang dapat menunjukkan perilaku tanah yang berupa nilai berat volume, kadar air, berat jenis, ukuran butiran dan batas batas konsistensi tanah (Wesley, 2010). Menurut Wesley, nilai-nilai dari sifat fisis berguna sebagai data tanah namun tidak digunakan secara langsung dalam proses perencanaan. Data yang digunakan sebagai dasar perencanaan diantaranya adalah kekuatan, kompresibilitas dan sebagainya. Nilai-nilai sifat fisis berguna dalam menentukan klasifikasi tanah sebagai pembeda antara tanah satu dan lainnya (Peck dan Terzaghi, 1987).

1) Kadar Air

Tanah adalah material yang tersusun atas partikel partikel padat tanah dengan rongga atau pori yang dapat terisi oleh air. (Das, 1995). Persentase kadar air yang terkandung pada tanah dapat memengaruhi kemampuan mekanis tanah tersebut. Persentase tersebut dapat diperoleh dengan melakukan pengujian laboratorium. Pengujian dilakukan dengan membandingkan berat tanah asli dengan kandungan air tanah terhadap berat tanah setelah dilakukan pengeringan. Rumus untuk mendapatkan persentase kadar air (Badan Standardisasi Nasional, 2008b) adalah sebagai berikut ;

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3}$$

Rumus (2.3)

Dimana :

W : kadar air, (%)

W1 : berat cawan dan tanah basah (gram)

W2 : berat cawan dan tanah kering (gram)

W3 : berat cawan (gram)

(W1-W2) : berat air (gram)

(W2-W3) : berat tanah kering (partikel padat) (gram)

2) Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berat jenis merupakan suatu nilai perbandingan berat isi butiran tanah terhadap berat isi air yang terdapat pada tanah. Nilai berat jenis dari tanah bergantung pada jenis mineral penyusunnya (Das, 1995). Nilai berat jenis tanah berdasarkan tipikal tanah dapat dilihat pada tabel 2.6

Tabel 2. 6 Klasifikasi tanah berdasarkan berat jenis

Jenis Tanah	Berat Jenis
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lempung	2,66 – 2,7
Lanau	2,68 – 2,8
Gambut	1,25 – 1,80

Dalam menentukan nilai berat jenis tanah, dilakukan pengujian laboratorium dan perhitungan dengan menggunakan persamaan 2.5 (Badan Standardisasi Nasional, 2008):

$$\frac{\text{Berat jenis, } T_x}{20^{\circ}\text{C}} = \frac{W_t}{[W_t + (W_4 - W_3)]}$$

Rumus (2.5)

Dimana :

W_t : Berat contoh tanah kering oven (gr)

W_4 : Berat piknometer berisi air pada temperatur T_x (gr)

W_3 : Berat piknometer berisi air dan tanah pada temperatur T_x (gr)

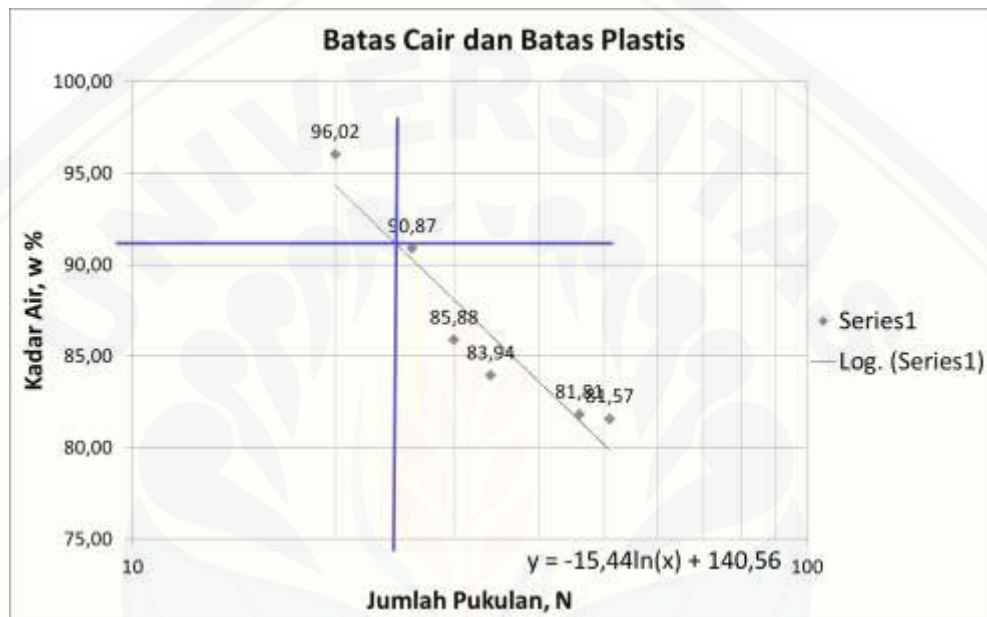
T_x : Temperatur air dalam piknometer (Celcius)

3) *Atterberg Limits/Batas-batas Konsistensi*

1. *Liquid Limits*

Liquid limit merupakan kadar air dari suatu tanah ketika tanah tersebut menjadi plastis (Badan Standardisasi Nasional, 2008d). Nilai batas cair didapat dari perhitungan kadar air pada 25 pukulan. Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 1967-

2008. Jumlah air pada pukulan ke 25 tidak dapat ditentukan, oleh karena itu dilakukan pengujian dengan memberikan *range* pukulan cassagrande dari 10 hingga 60. Nilai-nilai kadar air yang didapatkan diplot pada grafik log seperti pada gambar 2.2 kemudian ditarik perpotongan pada ordinat 25.



Gambar 2. 2 Grafik batas cair

2. *Plasticity Limits*

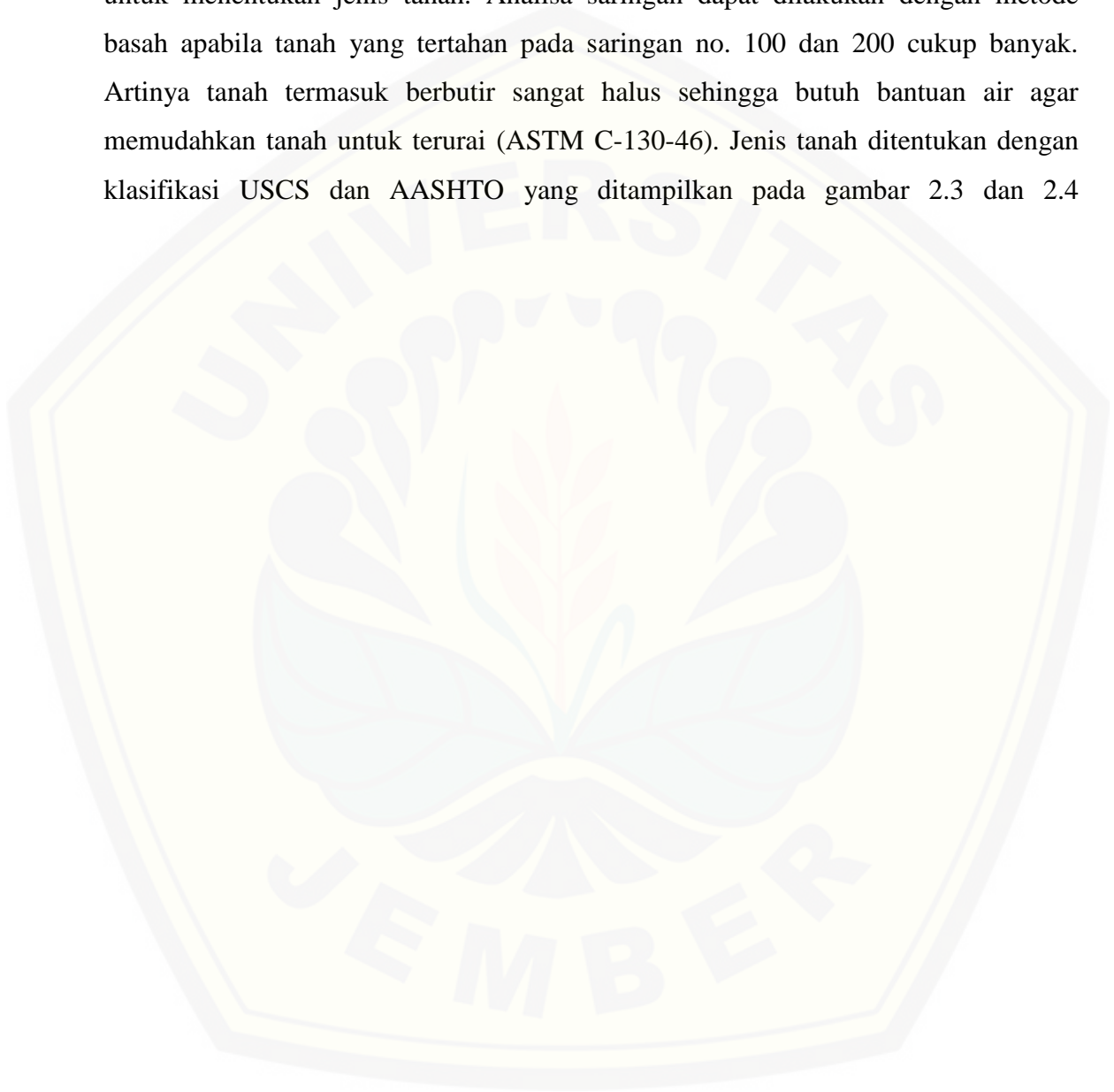
Berdasarkan (Badan Standardisasi Nasional, 2008) *plasticity limit* adalah persentase kadar air terendah pada keadaan plastis. Pengujian batas plastis dilakukan berdasarkan SNI 1966-2008 dengan menggulung tanah hingga mengalami keretakan pada diameter 3 mm. Nilai batas plastis dapat diperoleh dari rumus 2.6 berikut.

$$\text{Batas plastis} = \frac{\text{Berat massa air}}{\text{Berat massa tanah kering}} \times 100\%$$

Rumus (2.6)

4) Analisa Saringan Basah

Analisa saringan dilakukan dengan tujuan mencari gradasi butiran tanah untuk menentukan jenis tanah. Analisa saringan dapat dilakukan dengan metode basah apabila tanah yang tertahan pada saringan no. 100 dan 200 cukup banyak. Artinya tanah termasuk berbutir sangat halus sehingga butuh bantuan air agar memudahkan tanah untuk terurai (ASTM C-130-46). Jenis tanah ditentukan dengan klasifikasi USCS dan AASHTO yang ditampilkan pada gambar 2.3 dan 2.4



Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis	Kriteria laboratorium				
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih terdahan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir - kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kriteria untuk GW				
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir - kerikil, atau tidak mengandung butiran halus					
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung					
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung					
	Pasir lebih dari 50 % fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kriteria untuk SW			
			SP	Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus				
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir - lanau				
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir - lempung				
			Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50 % atau kurang		ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	Diagram plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar, Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol
						CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ("lean clays")	
OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah							
Lanau dan lempung batas cair > 50 %	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis						
	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ("fat clays")						
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi						
	Tanah dengan kadar organik tinggi	P ₁		Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488			

Gambar 2. 3 Klasifikasi USCS

Tabel 3.5 Klasifikasi tanah untuk tanah dasar jalan raya, AASHTO.						
Klasifikasi Umum	Tanah Granuler ¹					
Kelompok	A-1		A-3	A-2		
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6
Persen lolos saringan :						
No. 10	50 max		51 min			
No. 40	30 max	50 max				
No. 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max
Batas cair ²				40 max	41 min	40 max
Indek Plastisitas ³	6 max		NP	10 max	10 max	11 min
Fraksi tanah	Kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir lanau atau lempung		
Kondisi kuat dukung	Sangat baik hingga baik					
Klasifikasi Umum	Tanah Granuler	Tanah Mengandung Lanau-Lempung ²				
Kelompok	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-2-7				A-7-5 ^b	A-7-6 ^c
Persen lolos saringan :						
No. 10						
No. 40						
No. 200	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min	36 min
Batas cair ²	41 min	40 max	41 min	40 max	40 max	41 min
Indek Plastisitas ³	11 min	10 min	10 max	10 min	10 min	11 min
Fraksi tanah	Kerikil, pasir lanau/lempung	Lanau		Lempung		
Kondisi kuat dukung	Sangat baik hingga baik		Kurang baik hingga jelek			

Gambar 2. 4 Klasifikasi AASHTO

5) **Analisa Hidrometer**

Analisa hidrometer bertujuan untuk mencari gradasi dan distribusi butiran tanah dengan cara sedimentasi. Analisa hidrometer dilakukan karena tanah ekspansif merupakan tanah jenis lempung. Tanah lempung memiliki ukuran butiran yang relatif kecil sehingga mudah lolos saringan No. 200. (Badan Standardisasi Nasional, 2008d)

b. **Sifat Mekanik**

Sifat mekanis tanah adalah sifat yang menunjukkan perilaku dari tanah tersebut ketika dikenakan suatu gaya. Beberapa parameter sifat mekanis tanah diantaranya kepadatan tanah, kuat tekan bebas tanah, kuat geser.

1) **Standard Proctor Test**

Menurut Badan Standardisasi Nasional (1989) *standard proctor test* adalah pengujian yang bertujuan mencari hubungan antara kadar air dengan kepadatan tanah. Apabila tanah diberi air maka tanah akan menjadi lebih mudah dipadatkan. Namun apabila kadar dari air terlalu tinggi akan menyebabkan tanah terlalu lembek. Hasil dari pengujian proctor adalah persentase kadar air untuk mencapai kepadatan yang optimum. Rumus-rumus yang diperlukan dalam perhitungan kadar air optimum tersebut adalah sebagai berikut :

- **Mencari berat isi basah**

$$\gamma = \frac{B2 - B1}{V}$$

Rumus (2.3)

Dimana :

B1 : berat cetakan dan keping alas (gram)

B2 : berat cetakan, keping alas dan benda uji (gram)

γ : berat isi basah (gr/cm^3)

V : volume (cm^3)

- Mencari berat isi kering

$$\gamma_d = \frac{\gamma \times 100}{100 + W}$$

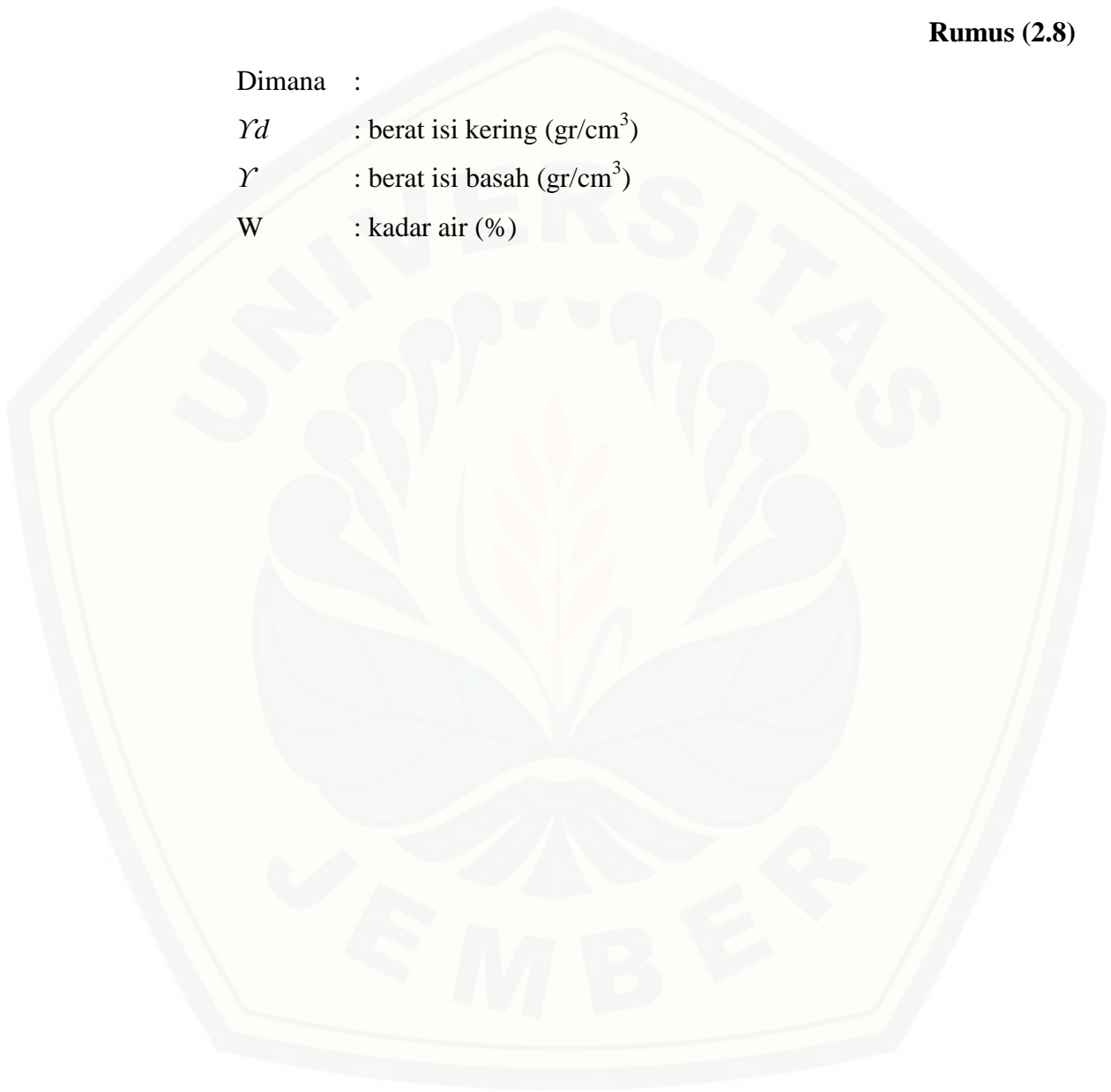
Rumus (2.8)

Dimana :

γ_d : berat isi kering (gr/cm³)

γ : berat isi basah (gr/cm³)

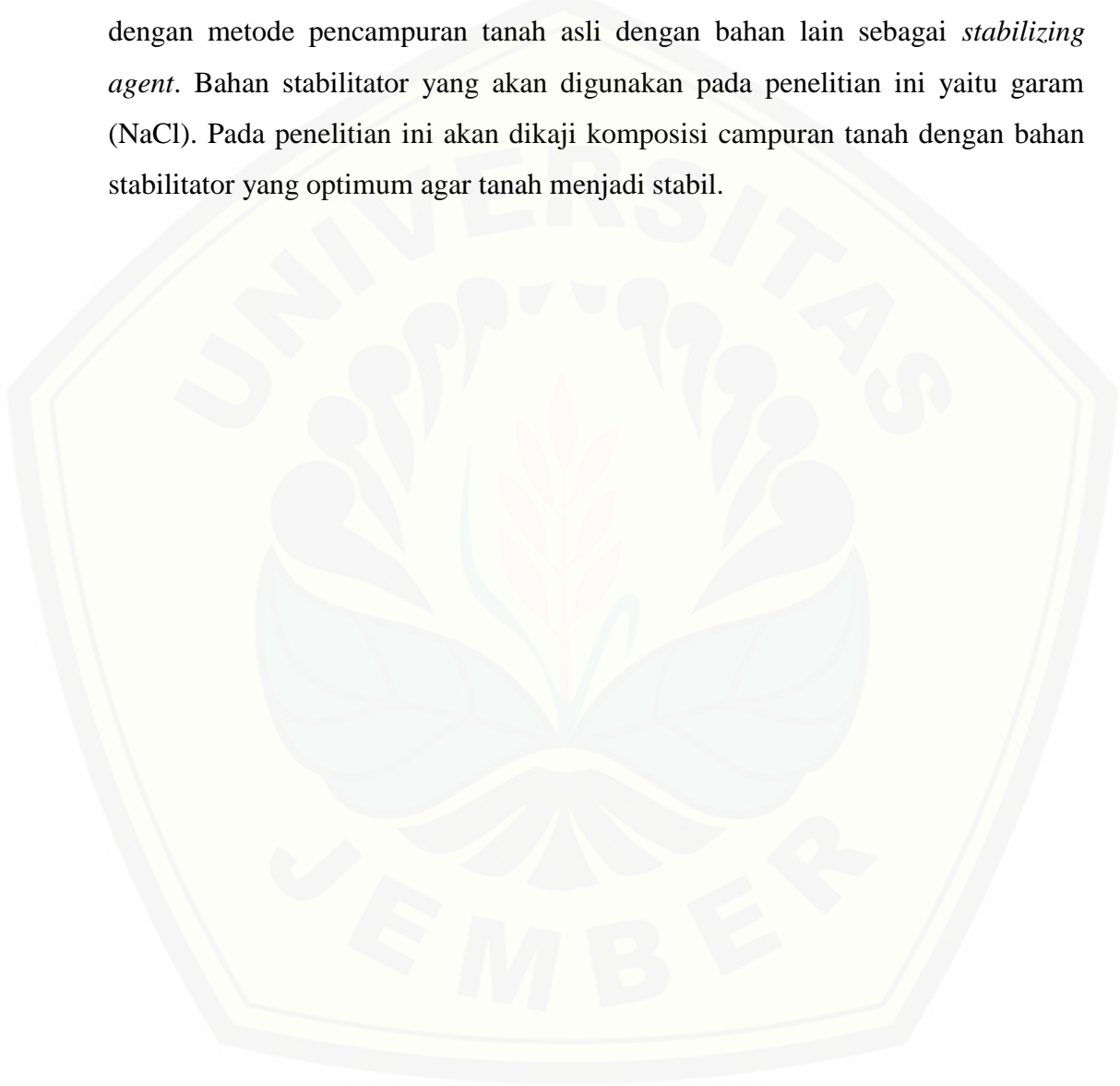
W : kadar air (%)



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1. Konsep Penelitian

Penelitian ini merupakan studi kasus untuk melakukan perbaikan tanah jenis lempung ekspansif yang terdapat pada Dusun Jatiluhur, Desa Glagah Agung, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi. Perbaikan tanah dilakukan dengan metode pencampuran tanah asli dengan bahan lain sebagai *stabilizing agent*. Bahan stabiliator yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu garam (NaCl). Pada penelitian ini akan dikaji komposisi campuran tanah dengan bahan stabiliator yang optimum agar tanah menjadi stabil.

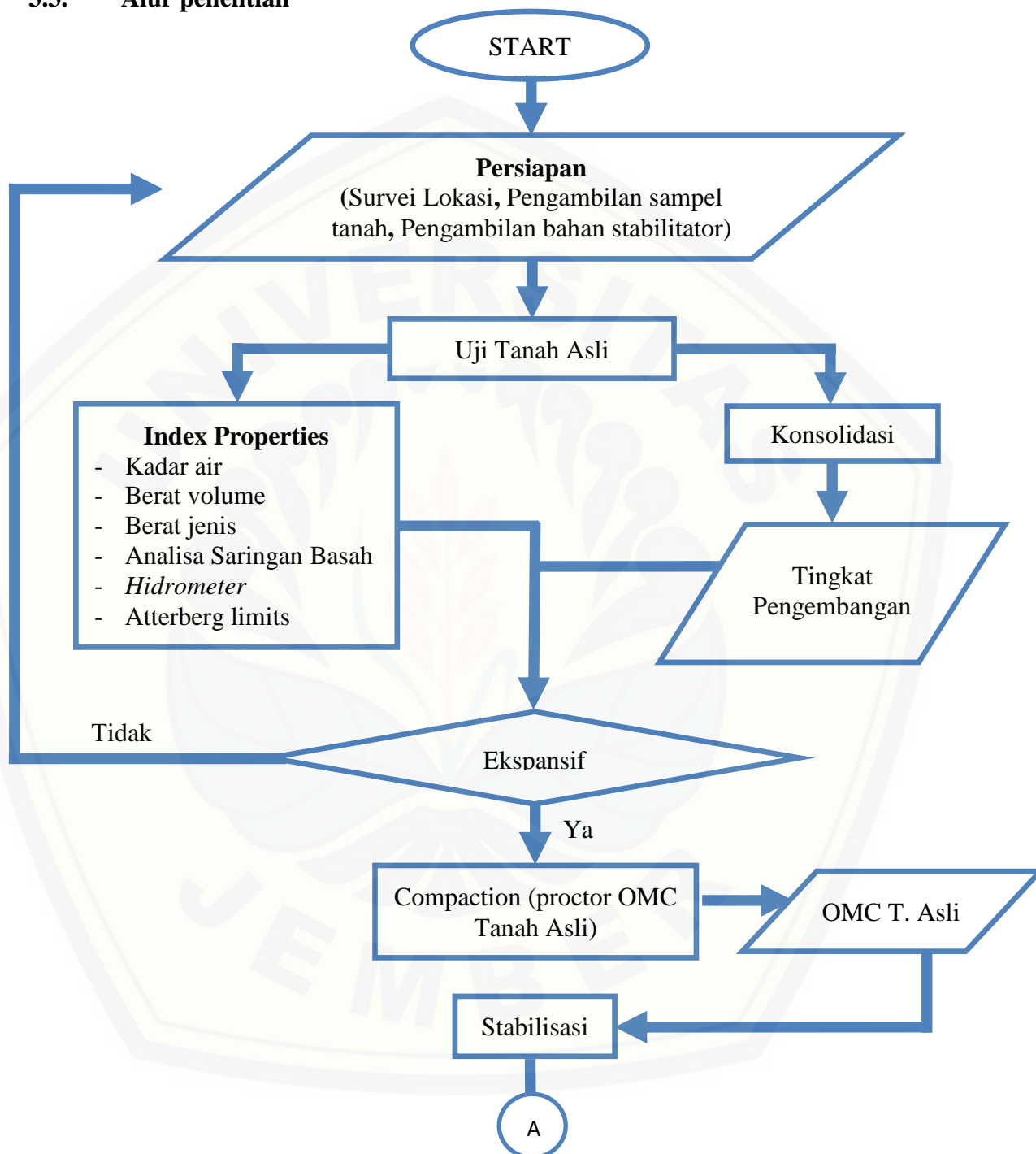


3.2. Waktu Penelitian

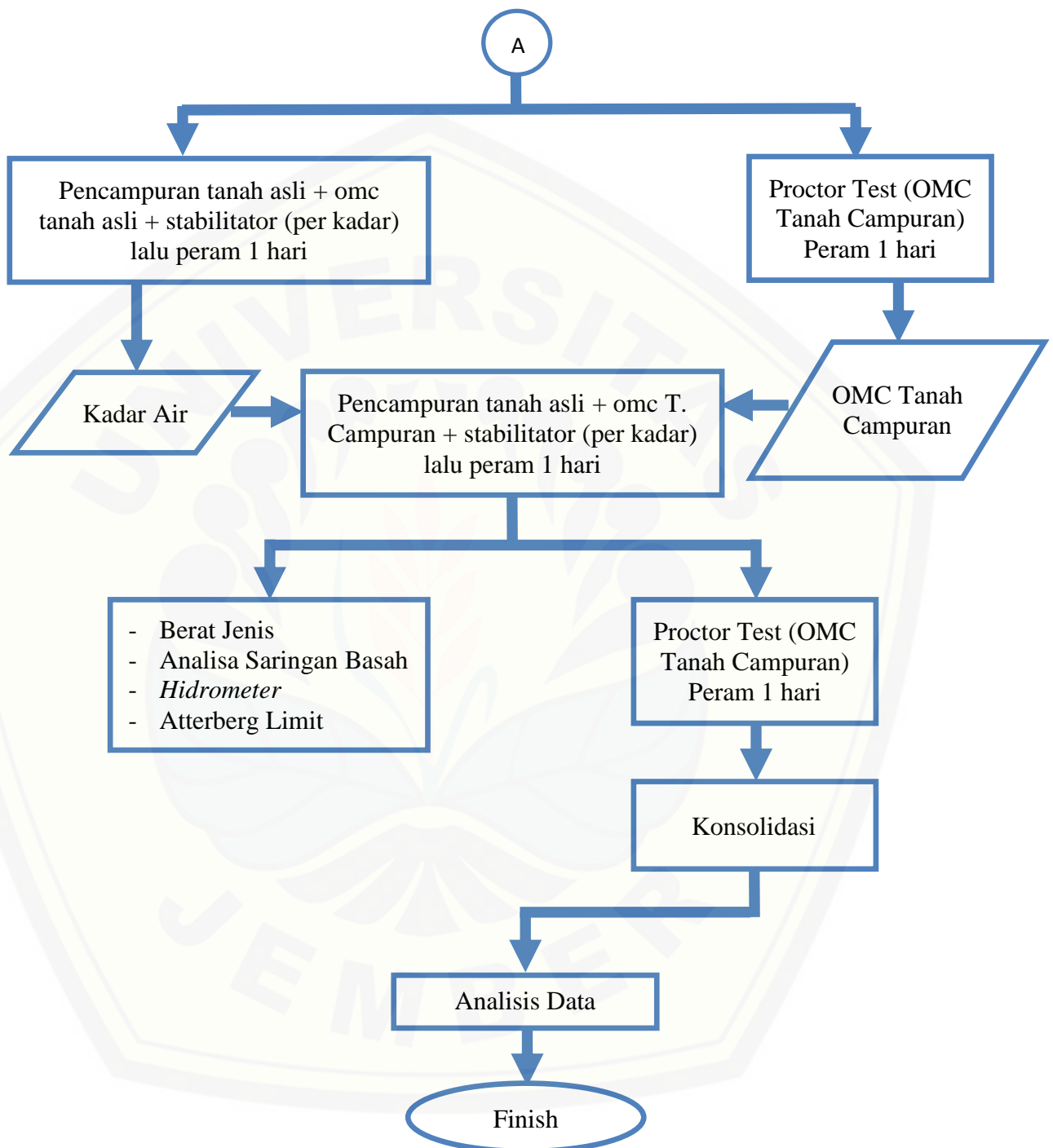
NO	Jenis Kegiatan	Juli				Agustus				September				Oktober				Nopember				Desember			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Survei Lokasi Penelitian	■																							
2	Studi Literatur		■	■	■	■	■	■	■																
3	Penyusunan Proposal				■	■	■	■	■																
4	Asistensi				■	■	■	■	■																
5	Pengumpulan Berkas dan Upload Draft Proposal di SISTER									■															
6	Verifikasi berkas dan Penetapan Jadwal Seminar Proposal									■															
7	Pengambilan sampel tanah									■															
8	Uji Laboratorium										■														
9	Analisis Data											■													
10	Pelaksanaan Seminar Proposal												■												
	Revisi Proposal												■	■											
11	Uji Laboratorium													■	■										
12	Analisis Data														■	■									
13	Pengolahan Data															■	■								
14	Asistensi																■	■	■						
15	Seminar Hasil																	■	■						
16	Revisi																		■						
	Pengumpulan Berkas dan Upload Draft TA di SISTER																					■			
18	Verifikasi berkas dan Penetapan Jadwal Ujian TA																					■			
19	Pelaksanaan Ujian TA																						■		

Gambar 3. 1 Waktu Penelitian

3.3. Alur penelitian



Gambar 3. 2 Alur Penelitian



Gambar 3. 3 Alur Penelitian (Lanjutan)

3.4. Rancangan Penelitian

Tahap 1

Pada awal penelitian dilakukan uji pendahuluan yang bertujuan mengetahui sifat sifat fisis tanah. Uji pendahuluan meliputi kadar air, berat jenis, berat volume, analisa saringan basah, batas batas atterberg, dan analisa *hidrometer* menggunakan tanah asli dalam kondisi *undisturbed*.

Tahap 2

Dilakukan pula uji *Free Swell* untuk mengetahui nilai potensi pengembangan tanah asli. Dari hasil uji pendahuluan akan dapat diketahui tingkat pengembangan tanah asli (Badan Standardisasi Nasional, 2002)

Tahap 3

Dilakukan uji sifat mekanis yaitu proctor untuk mendapat kadar air optimum tanah asli

Tahap 4

Menyiapkan bahan stabilitor berupa garam dapur (NaCl) berbentuk serbuk halus dan tanah asli dalam kondisi kering lolos saringan No. 4

Tahap 5

Pencampuran tanah asli dengan bahan stabilitor pada sebuah wadah. Garam dilarutkan dengan menggunakan air sejumlah kadar air optimum tanah asli kemudian dicampur pada tanah. Setelah tercampur tanah diperam.

Tabel 3. 1 Persentase Campuran

No	Campuran	Pemeraman
1	Tanah + Garam 5% + OMC	1 hari
2	Tanah + Garam 10% + OMC	
3	Tanah + Garam 15% + OMC	
4	Tanah + Garam 20% + OMC	
5	Tanah + Garam 25% + OMC	

Tahap 6

Tanah hasil peram dilakukan uji fisis (berat jenis, analisa saringan basah, *hidrometer* dan *atterberg limit*) dan uji mekanis (proctor) untuk mendapatkan kadar air optimum tanah campuran

Tahap 7

Setelah kadar air optimum tanah campuran didapat maka dapat dibuat benda uji *swelling*. Pembuatan benda uji *swelling* adalah dengan memadatkan tanah asli dan stabiliator menggunakan kadar air optimum campuran. Kemudian hasil pemadatan disimpan dalam wadah tertutup selama kurun waktu pemeraman.

Tahap 8

Pengujian *Free Swell* dilakukan selama 3 hari (72 jam)

Tahap 9

Menganalisa data hasil pengujian antara tanah asli dan tanah baru (campuran) dengan grafik yang menunjukkan perbandingan sifat sifat tanah sebelum dan sesudah dicampur.

1. Tahap Persiapan

Persiapan yang perlu dilakukan sebelum memulai penelitian adalah melakukan survei lokasi, penyiapan bahan stabiliator (NaCl), dan pengambilan sampel tanah yang akan diteliti. Lokasi yang akan dilakukan survei adalah Dusun Jatiluhur, Desa Glagah Agung, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi. Kegiatan survei lokasi meliputi pengambilan foto rumah warga yang terkena dampak tanah ekspansif, wawancara langsung kepada penduduk sekitar dan pengambilan dokumentasi tanah ekspansif.

Setelah dilakukan survei, maka kegiatan persiapan selanjutnya yaitu pengambilan sampel tanah. Jumlah sampel tanah yang diambil disesuaikan dengan jumlah kebutuhan benda uji. Pada setiap pengujian digunakan 3 sampel atau benda uji. Sampel tanah diambil pada kedalaman ± 30 cm dimana terjadi proses pengeringan dan pembasahan yang optimal.

Persiapan selanjutnya ialah menyiapkan bahan stabilitor. Pada penelitian ini bahan stabilitor yang digunakan adalah garam dapur (NaCl) dengan merk Refina yang banyak dijual di pasaran.

2. Identifikasi Karakteristik Tanah

Sebelum melakukan penelitian perbaikan tanah ekspansif, terlebih dahulu dilakukan identifikasi terhadap tanah yang akan diteliti. Pengujian tanah asli meliputi uji tanah ekspansif, uji sifat fisis dan mekanis. Hasil pengujian tanah asli akan dibandingkan dengan tanah yang telah dicampur stabilitor.

a. Uji Sifat Fisis Tanah

Pengujian sifat fisis tanah bertujuan mengetahui sifat-sifat tanah berdasarkan beberapa parameter fisik. Parameter yang dicari pada penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Kadar air (*Water Content*) (SNI 1965 2008)

Peralatan dan bahan yang digunakan pada pengujian kadar air adalah sebagai berikut:

- 1) Tanah yang akan di uji untuk tanah asli adalah tanah hasil boring. Untuk tanah campuran maka yang digunakan adalah tanah yang telah dicampur garam (NaCl) dan diperam selama 1 hari
- 2) Oven pengering
- 3) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 4) Cawan yang tahan karat, tahan terhadap pemanasan dan bersih

Prosedur yang dilakukan dalam pengujian kadar air adalah sebagai berikut :

- 1) Tanah ditimbang dalam sebuah cawan
- 2) Dilakukan proses pengeringan menggunakan oven selama ± 24 jam dalam suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- 3) Setelah selesai dioven, tanah ditimbang kembali.

- 4) Perhitungan kadar air tanah dengan menggunakan rumus (2.3)

2. Berat jenis (*Spesific Gravity*) (SNI 1964:2008)

Peralatan dan bahan yang digunakan pada pengujian berat isi adalah:

- 1) Tanah pada kondisi kering oven lolos saringan No.10 (2 mm)
- 2) Air suling
- 3) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 4) Piknometer
- 5) Termometer
- 6) Tungku listrik

Berat jenis tanah didapat dengan membandingkan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air suling. Benda uji berupa tanah lolos saringan no.10 (2 mm) yang telah di oven selama ± 24 jam dalam suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Pengujian dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu:

- 1) Menimbang berat piknometer kosong bersama dengan tutup (W_1). Piknometer harus dalam keadaan kering dan telah dicuci menggunakan air suling.
- 2) Tanah dimasukkan kedalam piknometer sebanyak minimal 25 gr. Piknometer yang telah diisi tanah ditimbang bersama dengan tutup dan dicatat (W_2)
- 3) Mencampur tanah dengan air suling hingga tanah menjadi homogen dan tidak mengendap. Tanah yang mengandung lempung dapat dibiarkan terendam selama satu hari agar pori-pori tanah benar-benar terisi air.
- 4) Memanaskan benda uji pada hot plate hingga mendidih dan udara dalam tanah keluar seluruhnya.
- 5) Benda uji didiamkan hingga suhu menjadi normal dan diukur suhunya.
- 6) Menambahkan air hingga leher piknometer dan ditutup. Bagian luar piknometer harus bersih dan kering sebelum ditimbang (W_3)

- 7) Mengukur temperatur isi piknometer sebagai faktor koreksi suhu (K)
- 8) Piknometer diisi dengan air suling hingga penuh kemudian ditimbang beserta tutupnya (W_4)
- 9) Menganalisa berat jenis tanah berdasarkan temperatur air dengan rumus (2.5)

3. Atterberg limit

i. *Liquid Limits* (SNI 1967-2008)

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk pengujian liquid limits adalah:

1. Tanah pada kondisi kering oven yang lolos saringan No. 40 (0,425 mm)
2. Air suling
3. Alas kaca
4. Alat *cassagrande*
5. *Grooving tool*
6. Spatula
7. Cawan
8. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gr

Pengujian *liquid limit* atau batas cair dilakukan dengan tahapan sebagai berikut.

1. Menyiapkan tanah lolos saringan no.40 sebanyak ± 100 gr untuk 5 benda uji.
2. Benda uji diletakkan diatas alas kaca dan dicampur dengan sedikit air suling ± 15 ml
3. Benda uji ditempatkan pada mangkuk *cassagrande*. Penempatan benda uji harus dilakukan secara merata dengan menggunakan spatula hingga mendapatkan ketebalan 10 mm pada titik kedalaman maksimum
4. Tanah pada mangkuk *Cassagrande* dibagi dua dengan alat *grooving*
5. Alat *Cassagrande* diputar pada kecepatan konstan ± 2 putaran/detik
6. Putaran alat dihentikan saat alur yang membagi tanah tertutup. Jumlah putaran dicatat pada form pengujian

7. Ambil sedikit sampel tanah yang berada pada mangkuk *Cassagrande*. Sampel diletakkan pada cawan dan ditimbang untuk mendapatkan kadar air.
8. Tanah yang telah di uji dengan alat *Cassagrande* dihitung kadar airnya.
9. Menambahkan air lagi pada sisa tanah yang telah tercampur di tahap 2 dan mengulangi pekerjaan pada tahap 3 hingga 8. Pengulangan dilakukan sebanyak 6 kali hingga didapatkan kadar air pada rentang pukulan 10 hingga 60.
10. Nilai kadar air dan jumlah pukulan yang telah didapat digambarkan pada grafik log. Nilai batas cair didapatkan dengan menggambarkan garis perpotongan pada ordinat 25 (jumlah pukulan)

ii. *Plasticity Limits (SNI 1966-2008)*

Peralatan dan bahan yang digunakan untuk pengujian *Plasticity Limits* adalah:

1. Tanah pada kondisi kering oven yang lolos saringan No. 40 (0,425 mm)
2. Air suling
3. Alas kaca
4. Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gr
5. Cawan
6. Oven
7. Batang logam dengan panjang 10 cm dan diameter 3 mm

Pengujian *plasticity limit* atau batas plastis dilakukan dengan tahapan sebagai berikut.

1. Tanah sebanyak ± 20 gr dicampur dengan sedikit air suling hingga merata
2. Sampel tanah digulung diatas kaca hingga mencapai diameter 3 mm dan terjadi retakan. Apabila retakan tidak terjadi (tanah masih lunak) maka kadar air terlalu banyak. Kadar air dapat dikurangi dengan menambahkan tanah atau membiarkan benda uji (diangin-anginkan) beberapa saat.

3. Tanah yang telah digulung ditimbang dalam cawan bertutup dan kemudian dikeringkan dalam oven selama ± 24 jam pada suhu 110°C untuk mendapatkan kadar air
4. Perhitungan nilai batas plastis dilakukan dengan menggunakan rumus (2.6)

4. Analisa saringan

Peralatan dan bahan yang dibutuhkan dalam melakukan pengujian analisa saringan basah menurut ASTM C-130-46 adalah:

- 1) Ayakan No.8, 10, 16, 30, 40, 50, 100 dan 200
- 2) Tanah pada kondisi kering lolos ayakan No. 4
- 3) Timbangan
- 4) Oven
- 5) Air
- 6) Cawan (8 buah)

Tahapan yang dilakukan dalam uji hidrometer adalah sebagai berikut

- 1) Menimbang dan mencatat berat cawan
- 2) Menyiapkan tanah sebanyak 500 gr
- 3) Menyusun ayakan sesuai urutan
- 4) Tanah dituang kedalam ayakan kemudian air dialirkan secara terus menerus. Apabila air pada saringan sudah menjadi jernih menandakan butiran yang lebih halus telah lolos. Ayakan diangkat dan tanah yang tertahan dipindahkan kedalam cawan. Pengujian dilakukan hingga ayakan terakhir
- 5) Tanah yang tertahan ayakan (yang telah dipindah pada cawan) dikeringkan dalam oven selama ± 24 jam pada suhu 110°C . Setelah tanah kering barulah ditimbang sebagai berat tanah tertahan.
- 6) Menghitung persentase lolos saringan dan mencari gradasi butiran menggunakan grafik seperti pada form pengujian

5. **Analisa hidrometer (SNI 3423-2008)**

Analisa *hidrometer* bertujuan memperoleh jumlah dan gradasi tanah yang lolos saringan no.200 dengan proses sedimentasi.

Peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk pengujian hidrometer adalah:

- 1) Sampel tanah kering lolos saringan No. 10 sebanyak 50 gr
- 2) Cairan dispersi sebanyak 10% dari berat tanah
- 3) Mangkuk porselen
- 4) Air
- 5) Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gr
- 6) Gelas ukur dengan volume 1 liter
- 7) Bak air
- 8) Alat hidrometer

Tahapan yang dilakukan dalam uji hidrometer adalah sebagai berikut :

- 1) Benda uji yang digunakan adalah tanah hasil analisa saringan yang lolos saringan no.10.
- 2) Benda uji dicampur pada sebuah mangkuk porselen dengan air suling dan bahan dispersi agar tanah dapat terurai.
- 3) Benda uji didamkan selama minimal 12 jam
- 4) Setelah 12 jam tanah diaduk dengan menggunakan mixer
- 5) Tanah yang telah tercampur dimasukkan kedalam gelas ukur dan ditambahkan air hingga 1000 ml
- 6) Gelas ukur berisi benda uji direndam kedalam bak berisi air
- 7) Alat hidrometer dimasukkan kedalam gelas ukur hingga ketinggiannya stabil kemudian dilakukan pembacaan pada waktu 15;30 detik;1;2;5;10;15;30 menit;1;2;4;8;24 jam

b. Uji Sifat Mekanis Tanah**1) Standard Proctor Test (SNI 1742-2008)**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air optimum yang dapat diberikan pada tanah.

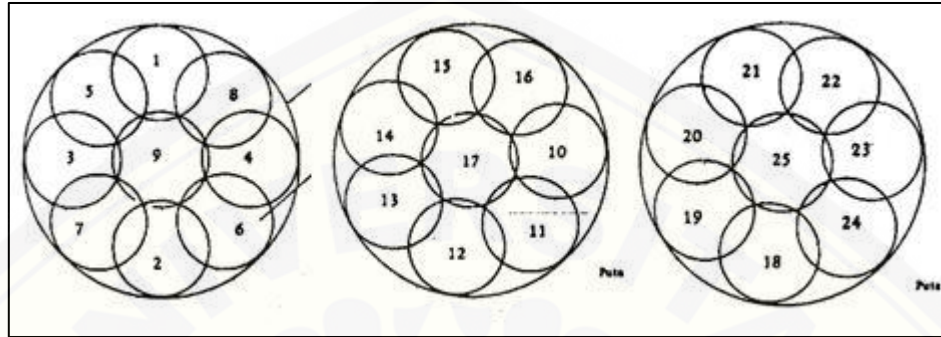
Peralatan dan bahan yang digunakan dalam melakukan pengujian ini adalah:

- 1) Tanah lolos saringan No.4 (4,75 mm) sebanyak 2,5 kg
- 2) Air
- 3) Mold dengan diameter dalam $101,6 \pm 0,406$ mm dan tinggi $116,43 \pm 0,1270$ mm. Mold terbuat dari logam besi dan dilengkapi dengan leher sambung dengan tinggi kurang lebih 60 mm
- 4) Alat penumbuk berbahan logam besi dengan permukaan yang rata diameter $50,8 \pm 0,127$ mm, berat $2,495 \pm 0,009$ kg
- 5) *Ekstruder* (alat untuk mengeluarkan benda uji)
- 6) Timbangan dengan ketelitian 0,5 gr dan timbangan dengan ketelitian 0,01 gr
- 7) Oven
- 8) Cawan
- 9) Sekop pengaduk,
- 10) Pisau perata

Standard proctor test dilakukan dengan tahapan sebagai berikut.

- 1) Tanah dicampur dengan air dengan kadar yang berbeda beda (3 contoh dengan kadar air dibawah optimum, 3 contoh diatas maksimum)
- 2) Tanah yang telah dicampur air disimpan selama beberapa jam (24 jam untuk lempung) agar air meresap ke butiran tanah
- 3) Menimbang cetakan yang telah dipasang dengan plat besi
- 4) Mengambil salah satu contoh tanah untuk kemudian dipadatkan didalam mold yang telah terpasang dengan leher
- 5) Pemadatan dilakukan secara bertahap. Tanah dipadatkan dalam 3 lapisan yang sama tingginya dengan menggunakan alat penumbuk. Setiap lapisan

membutuhkan 25 kali tumbukan. Prosedur penumbukan diatur dalam SNI 1742-2008 seperti ditunjukkan pada gambar 3.4



Gambar 3. 4 Prosedur tumbukan

- 6) Leher sambung mold dilepas kemudian tanah diratakan dengan pisau perata
- 7) Tanah ditimbang bersama dengan mold dan plat besi yang terpasang
- 8) Setelah ditimbang tanah dikeluarkan dengan ekstruder. Kemudian diambil sampel pada bagian tengah untuk menghitung kadar air. Sampel diletakkan pada cawan dan ditimbang. Sampel ditimbang kembali setelah dikeringkan dengan oven selama + 24 jam pada suhu 110°C untuk mendapatkan kadar air
- 9) Mengulangi tahap 2 hingga 8 untuk contoh tanah yang lain. Perlu diperhatikan bahwa peralatan yang digunakan harus dalam kondisi bersih karena dapat memengaruhi hasil pengujian
- 10) Menghitung berat isi basah dengan rumus 2.4
- 11) Menghitung berat isi kering dengan rumus 2.8
- 12) Menggambar grafik berat isi tanah kering terhadap kadar air dari hasil percobaan. Kemudian pada berat isi kering maksimum diberi tanda sebagai kadar air optimum / W_{opt}

c. Uji Potensi Pengembangan

Pengujian potensi pengembangan dilakukan sesuai ketentuan SNI 6424-2008 mengenai pengujian indeks ekspansif tanah.

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam melakukan pengujian potensi pengembangan yaitu :

- 1) Tanah lolos saringan No. 4 pada kondisi kering
- 2) Peralatan untuk pengujian *standard proctor*
- 3) Alat konsolidometer
- 4) Ring konsol
- 5) Ring cetakan konsol
- 6) Batu pori
- 7) Timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g
- 8) Spatula
- 9) Ekstruder

Tahapan pengujian potensi pengembangan menurut SNI 6424-2008 adalah sebagai berikut :

Sebelum melakukan pengujian pengembangan, perlu dilakukan persiapan benda uji. Tahapan persiapan adalah sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan tanah pada kondisi kering lolos saringan No. 4 sebanyak 1.5 kg
- 2) Memadatkan tanah dengan air seperti pada metode proctor. Pemadatan ini dilakukan sebanyak 3 lapis dengan 25 kali tumbukan pada setiap lapisnya
- 3) Jumlah air yang dicampurkan adalah kadar air pada keadaan optimum campuran.
- 4) Benda uji yang telah dipadatkan dibungkus dan disimpan sedemikian rupa (diperam) agar kadar air terjaga. Benda uji dapat dibungkus dengan aluminium foil dan dilapisi bungkus plastik kemudian disimpan dalam wadah yang tertutup rapat.

Setelah benda uji selesai diperam, barulah pengujian dapat dimulai. Tahapan pengujian potensi pengembangan adalah sebagai berikut:

- 1) Menimbang berat cincin
- 2) Mencetak tanah pada cincin kemudian diratakan dengan spatula
- 3) Menimbang berat cincin yang terisi tanah dan mengukur tinggi benda uji
- 4) Benda uji dikeluarkan dari cincin menggunakan ekstruder
- 5) Benda uji dimasukkan kedalam ring dengan ditutup batu pori pada bagian atas dan bawah.
- 6) Benda uji dipasang pada alat konsolidometer dengan beban 2 KPa selama 5 menit.
- 7) Setelah 5 menit pengujian dihentikan dan deformasi dibaca. Kemudian benda uji digenangi dengan air dan beban dipasang kembali.
- 8) Pembacaan dial dilakukan pada waktu yang ditentukan yaitu 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 15,0 dan 30 menit dan kemudian diteruskan pada 1; 2; 4; 8; 24; 48; 72 jam atau hingga deformasi kurang dari 0,005 mm/jam
- 9) Setelah pembacaan terakhir tanah dikeluarkan dan ditimbang untuk mengetahui berat basah. Kemudian benda uji dikeringkan agar dapat diketahui kadar airnya
- 10) Identifikasi derajat pengembangan dihitung dengan rumus 2.1

3. **Pencampuran tanah asli dengan stabiliator (NaCl)**

Stabilisasi tanah secara kimiawi dilakukan dengan mencampur tanah dengan bahan aditif yang berfungsi sebagai stabiliator. Tanah ekspansif dicampur dengan garam (NaCl) dengan proporsi garam 5%,10%,15%, 20% dan 25% dari berat sampel tanah. Variasi proporsi ini bertujuan untuk mengetahui proporsi yang optimal bagi tanah ekspansif.

4. Pemeraman benda uji

Tanah yang telah dicampur dengan material stabilisator diperam selama 1 hari dengan cara didiamkan dalam sebuah box tertutup dengan suhu ruangan yang tetap. Pemeraman ini bertujuan agar terjadi reaksi yang optimal dari bahan stabilisator terhadap tanah.

5. Analisa dan penarikan kesimpulan

Analisa hasil pengujian dilakukan agar mengetahui pengaruh ditambahkan garam terhadap sifat fisis dan potensi pengembangan tanah. Analisa dilakukan dengan cara membandingkan nilai hasil uji laboratorium parameter fisis tanah sebelum dan sesudah ditambahkan garam. Parameter tersebut adalah kadar air, berat jenis, batas batas konsistensi dan analisa bukurun butiran tanah. Analisa potensi pengembangan tanah dilakukan dengan membandingkan persentase pengembangan yang didapat dari hasil pengujian *Free Swell* (SNI 6424-2008). Dari analisa tersebut akan didapatkan persentase garam yang baik untuk stabilisasi tanah ekspansif di Desa Glagah Agung Kabupaten Banyuwangi.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

a. Tanah lempung pada Desa Glagah Agung Kabupaten Banyuwangi memiliki nilai nilai parameter sifat fisis sebagai berikut:

- a) Kadar air = 37,44 %
- b) Berat Jenis = 2,381
- c) Batas cair = 90,86 %
- d) Batas plastis = 36,97 %
- e) Indeks plastisitas = 53,89 %
- f) Persen lolos #200 = 96,50 %

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanah memiliki batas batas konsistensi yang tinggi. Tekstur tanah asli adalah berupa butiran halus dengan kadar lempung sebanyak 96,5% dan merupakan jenis lempung berplastisitas tinggi (Clay High).

b. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan garam memberikan pengaruh terhadap parameter sifat fisis tanah. Pada parameter kadar air didapatkan hasil bahwa seiring ditambahkan garam, kadar air tanah menurun. Pada parameter batas konsistensi didapatkan bahwa nilai batas batas konsistensi mengalami penurunan, hal ini juga menunjukkan bahwa tanah tidak lagi berupa lempung berplastisitas tinggi. Selain itu terjadi perubahan lain yaitu berupa peningkatan nilai berat jenis tanah.

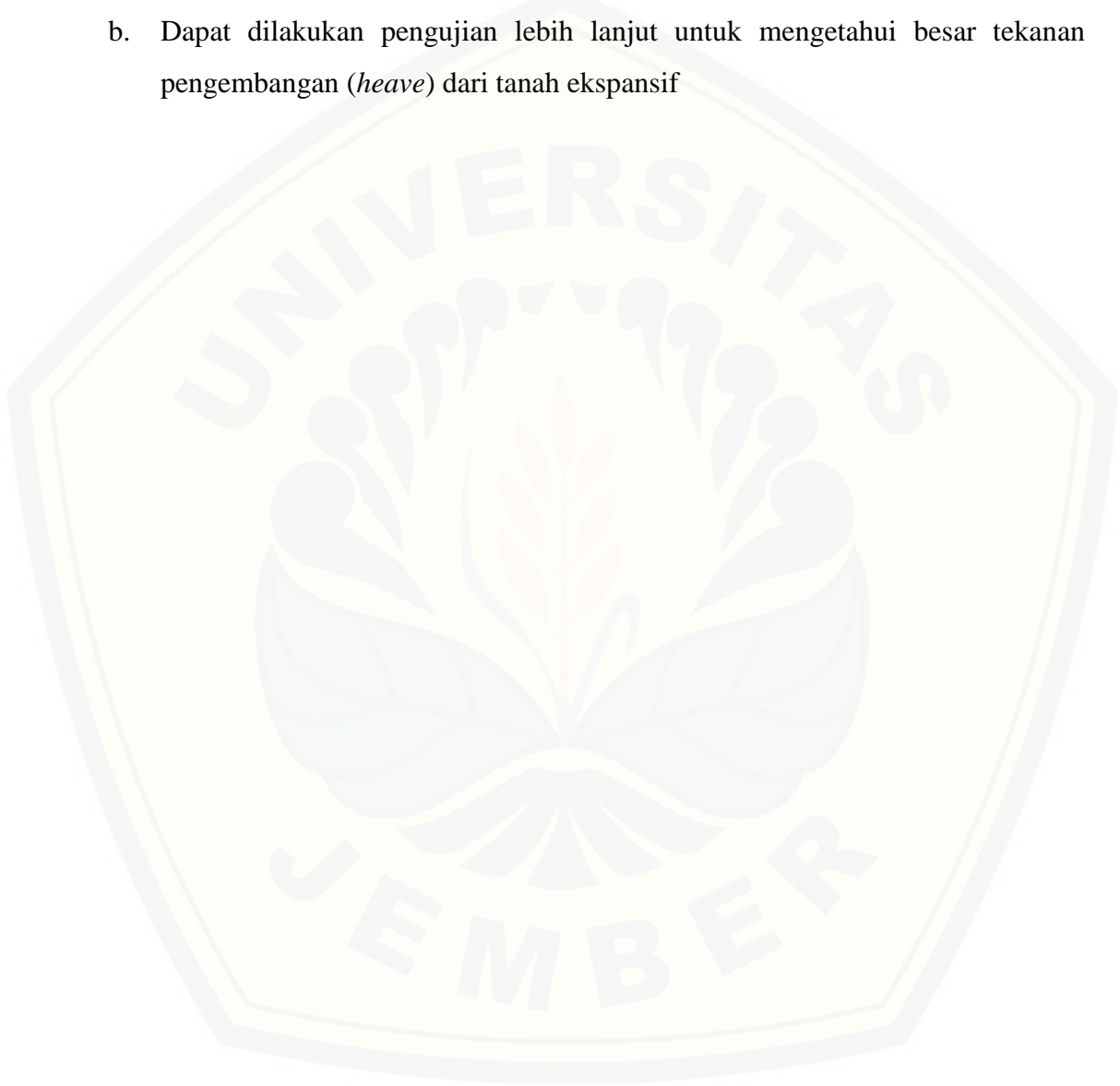
Akan tetapi penambahan garam tidak merubah secara signifikan ukuran butiran tanah menjadi gradasi yang lebih baik. Tanah tetap berbutir halus dalam bentuk lanau dengan persentase lolos saringan No. 200 masih berkisar 90%

c. Penambahan material NaCl pada tanah lempung ekspansif dapat memberikan perubahan berupa penurunan persentase pengembangan tanah. Perentase pengembangan tanah asli sebesar 1,150% berubah menjadi 0,635% pada kadar garam 5%. Pada campuran garam sebesar 10% hingga 25%, persen pengembangan tanah menjadi 0%. Berdasarkan beberapa kriteria ahli yaitu Raman, Chen, Seed, Snethen dan juga SNI menunjukkan bahwa hasil pengujian

potensi mengembang tanah yang dicampur dengan garam mengalami perubahan klasifikasi dari *Very High* menuju *Medium* hingga *Low*.

5.2 Saran

- a. Apabila dilakukan penelitian lebih lanjut, maka perlu untuk mencari pengaruh jenis garam dalam mengurangi sifat pengembangan tanah ekspansif
- b. Dapat dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mengetahui besar tekanan pengembangan (*heave*) dari tanah ekspansif



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Cara uji potensi pengembangan atau penurunan satu dimensi tanah kohesif.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI-03-6795-2002 : Metode pengujian menentukan tanah ekspansif 1, 1–11.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1742:2008 Cara uji kepadatan ringan untuk tanah, 20.
- Badan Standardisasi Nasional. (1994). SNI 03-3637-1994:Metode pengujian berat isi tanah berbutir halus dengan cetakan benda uji, 2–5.
- Badan Standardisasi Nasional. (1989). Metode pengujian kepadatan berat untuk tanah, 1–9.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 3423-2008:Cara uji analisis ukuran butir tanah.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1967:2008 Cara uji penentuan batas cair tanah, 25.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1965:2008 Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium, 16.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1966:2008 Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah, 15.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1964:2008 Cara uji berat jenis tanah, 14.
- Bella, R. A., Bunganaen, W., & Sogen, P. M. (2015). Identifikasi Kerusakan Konstruksi Akibat Potensi Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif Di Desa Oebelo, *IV*(2), 195–208.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, 1–291.
- Iii, B.A.B., Kualitatif, A. P., Ii, B. A. B., & Pustaka, T. (2007). Universitas Sumatera Utara, 1–4.
- Joetra, W., Jurusan, D., Sipil, T., Jurusan, M., & Sipil, T. (2015). Jurnal Momentum ISSN : 1693-752X Pengaruh Garam Dapur (NaCl) Terhadap Kembang Susut Tanah. *Jurnal Momentum ISSN : 1693-752X, 17*(1), 13–20.
- Kumar, B. N., Smitha, J., & Uday, K. V. (2015). Effect of Salinity on Geotechnical Properties of Expansive Soils, 6008–6015. <https://doi.org/10.15680/IJRSET.2015.0407115>
- Mohd, N. Z. (2014). Stabilisation of organic clay using lime-added salt, (January 2007).
- Pengajar, S. (n.d.). Perbaikan Tanah Ekspansif (Expansive Soil) Dengan Menggunakan Garam Anorganik (Studi Kasus: Tanah Cikampek).

- Prasetyo, P. H. (2016). Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Metode Kimiawi Menggunakan Garam Dapur (NaCl) (Studi Kasus Tanah Lempung Desa Majenang, Sukodono, Sragen).
- PU. (n.d.). 5-Penanganan-Tanah-Ekspansif-Untuk-Konstruksi-Jalan.Pdf.
- Rina Yuliet, Abdul Hakam, G. F. (2011). Uji Potensi Mengembang Pada Tanah Lempung dengan Metode Free Swell Test (Studi Kasus: Tanah Lempung Limau Manih – Kota Padang). *Rekayasa Sipil ; ISSN: 1858-2133*, 7(1), 25–36.
- Singh, S., & Vasaikar, H. B. (2016). Stabilization of Black Cotton Soil using Lime Stabilization of Black Cotton Soil using Lime, 4(JUNE 2015), 2–7.
- Sudjianto, A. T. (2007). Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Garam Dapur (NaCl). *Teknik Sipil*, 8(1), 53–63.
- Terzaghi, K. & Peck, R.B. 1987. Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa. Jakarta: Erlangga.
- Wesley, L.D. 2012. Mekanika Tanah Untuk Tanah Endapan & Residu. Yogyakarta: Andi.

LAMPIRAN A

PENGUJIAN BERAT VOLUME

A. Dokumentasi Pengujian



B. Tabel Hasil Pengujian Berat Volume

(1) Pengujian Berat Volume Tanah Asli (NaCl 0%)

No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	2,5	63,45	169,89	106,44	63,44	1,678	1,659
2		63,45	169,11	105,66	63,44	1,666	
3		63,45	167,08	103,63	63,44	1,634	

(2) Pengujian Berat Volume Tanah Campuran (NaCl 5%)

No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	2,5	51,61	152,39	100,78	60,39	1,669	1,667
2		51,61	151,96	100,35	60,39	1,662	
3		51,61	152,52	100,91	60,39	1,671	

(3) Pengujian Berat Volume Tanah Campuran (NaCl 10%)

No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	2,5	51,58	154,51	102,93	60,39	1,704	1,706
2		51,58	154,19	102,61	60,39	1,699	
3		51,58	155,04	103,46	60,39	1,713	

(4) Pengujian Berat Volume Tanah Campuran (NaCl 15%)

No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	2,5	51,58	155,59	104,01	60,58	1,717	1,720
2		51,58	155,87	104,29	60,58	1,721	
3		51,58	155,94	104,36	60,58	1,723	

(5) Pengujian Berat Volume Tanah Campuran (NaCl 20%)

No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	2,5	51,51	156,58	105,07	60,58	1,734	1,740
2		51,51	156,2	104,69	60,58	1,728	
3		51,51	156,63	105,12	60,58	1,735	

(6) Pengujian Berat Volume Tanah Campuran (NaCl 25%)

No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	2,5	62,95	173,99	111,04	63,91	1,738	1,744
2		62,95	174,87	111,92	63,91	1,751	
3		62,95	174,27	111,32	63,91	1,742	

LAMPIRAN B
PENGUJIAN KADAR AIR

A. Dokumentasi Pengujian



B. Tabel Hasil Pengujian Kadar

(1) Pengujian Kadar Air Tanah Asli (NaCl 0%)

Kedalaman				
Nomor Cawan		U	W	IV SC
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	69,94	66,41	61,2
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	53,36	50,66	46,87
Berat Air	gr	16,58	15,75	14,33
Berat Cawan	gr	9,16	8,94	8,21
Berat Kering	gr	44,20	41,72	38,66
Kadar Air	%	37,51	37,75	37,07
Rata-Rata	%	37,44		

(2) Pengujian Kadar Air Tanah Campuran (NaCl 5%)

Kadar		5%		
Nomor Cawan		LL2	WC	LL3
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	60,89	54,36	51,50
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	46,84	41,87	40,02
Berat Air	gr	14,05	12,49	11,48
Berat Cawan	gr	8,85	8,12	8,97
Berat Kering	gr	37,99	33,75	31,05
Kadar Air	%	36,98	37,01	36,97
Rata-Rata	%	36,99		

(3) Pengujian Kadar Air Tanah Campuran (NaCl 10%)

Kadar		10%		
Nomor Cawan				
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	54,32	52,15	50,24
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	42,15	40,59	39,13
Berat Air	gr	12,17	11,56	11,11
Berat Cawan	gr	8,85	8,94	8,74
Berat Kering	gr	33,30	31,65	30,39
Kadar Air	%	36,55	36,52	36,56
Rata-Rata	%	36,54		

(4) Pengujian Kadar Air Tanah Campuran (NaCl 15%)

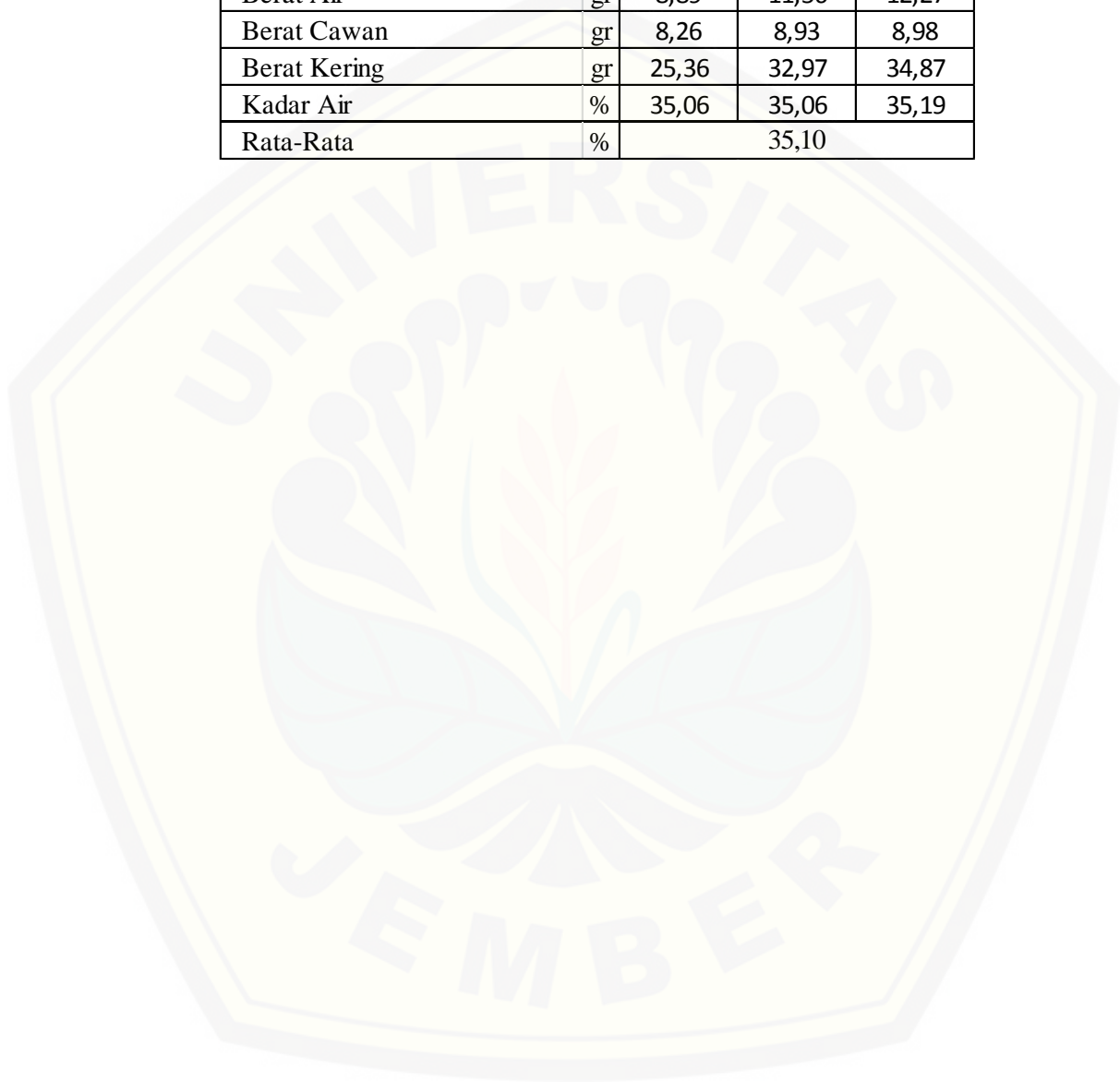
Kadar		15%		
Nomor Cawan		A	14	15
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	55,58	48,07	51,02
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	43,20	37,72	39,95
Berat Air	gr	12,38	10,35	11,07
Berat Cawan	gr	8,74	8,94	9,05
Berat Kering	gr	34,46	28,78	30,90
Kadar Air	%	35,93	35,96	35,83
Rata-Rata	%	35,90		

(5) Pengujian Kadar Air Tanah Campuran (NaCl 20%)

Kadar		20%		
Nomor Cawan				
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	51,33	48,75	56,10
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	40,02	38,32	43,51
Berat Air	gr	11,31	10,43	12,59
Berat Cawan	gr	8,26	9,05	8,12
Berat Kering	gr	31,76	29,27	35,39
Kadar Air	%	35,61	35,63	35,58
Rata-Rata	%	35,61		

(6) Pengujian Kadar Air Tanah Campuran (NaCl 25%)

Kadar		25%		
Nomor Cawan		25	LL4	8
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	42,51	53,46	56,12
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	33,62	41,90	43,85
Berat Air	gr	8,89	11,56	12,27
Berat Cawan	gr	8,26	8,93	8,98
Berat Kering	gr	25,36	32,97	34,87
Kadar Air	%	35,06	35,06	35,19
Rata-Rata	%	35,10		



LAMPIRAN C
PENGUJIAN BERAT JENIS

A. Dokumentasi Pengujian



B. Tabel Hasil Pengujian Berat Jenis

(1) Pengujian Berat Jenis Tanah Asli (NaCl 0%)

No Contoh	1	2	3
No picnometer	3	4	10
Berat Picnometer (W1) gr	60,98	65,35	71,02
Berat Picnometer +tanah (W2)	92,79	97,18	103,32
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	31,81	31,83	32,3
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	188,43	184,76	185,88
Berat Picnometer+air (W4)	170,48	166,67	167,58
Berat Picnometer +air (W4') gr	170,04	166,24	167,14
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974	0,9974
Suhu (C)	30	30	30
Spesific Grafity (w2-W1)	2,3709	2,3920	2,3813
Rata-rata spesific Grafity	2,3814		

(2) Pengujian Berat Jenis Tanah Campuran (NaCl 5%)

No Contoh	1	2	3
No picnometer	10	13	17
Berat Picnometer (W1) gr	71,02	60,73	68,6
Berat Picnometer +tanah (W2)	96,11	85,83	93,69
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	25,09	25,1	25,09
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	182,55	178,27	180,78
Berat Picnometer+air (W4)	167,62	163,55	165,85
Berat Picnometer +air (W4') gr	167,18	163,12	165,58
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974	0,9984
Suhu (C)	30	30	30
Specific Grafity (w2-W1)	2,5802	2,5214	2,5357
Rata-rata specific Grafity	2,5458		

(3) Pengujian Berat Jenis Tanah Campuran (NaCl 10%)

No Contoh	1	2	3
No picnometer	81	31	6
Berat Picnometer (W1) gr	52,16	50,24	55,64
Berat Picnometer +tanah (W2)	77,17	75,34	80,73
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	25,01	25,1	25,09
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	164,77	162,22	170,76
Berat Picnometer+air (W4)	149,88	147,34	155,85
Berat Picnometer +air (W4') gr	149,49	146,96	155,44
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974	0,9974
Suhu (C)	30	30	30
Specific Grafity (w2-W1)	2,5703	2,5516	2,5668
Rata-rata specific Grafity	2,5629		

(4) Pengujian Berat Jenis Tanah Campuran (NaCl 15%)

No Contoh	1	2	3
No picnometer	4	3	7
Berat Picnometer (W1) gr	65,34	60,99	50,55
Berat Picnometer +tanah (W2)	90,46	86,13	75,75
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	25,12	25,14	25,2
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	181,59	185,35	165,27
Berat Picnometer+air (W4)	166,64	170,46	150,29
Berat Picnometer +air (W4') gr	166,21	170,02	149,90
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974	0,9974
Suhu (C)	30	30	30
Specific Grafity (w2-W1)	2,5799	2,5635	2,5638
Rata-rata specific Grafity	2,5691		

(5) Pengujian Berat Jenis Tanah Campuran (NaCl 20%)

No Contoh	1	2	3
No picnometer	81	31	6
Berat Picnometer (W1) gr	52,17	50,25	55,69
Berat Picnometer +tanah (W2)	77,23	75,31	80,73
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	25,06	25,06	25,04
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	164,82	162,32	170,83
Berat Picnometer+air (W4)	149,62	147,25	155,7
Berat Picnometer +air (W4') gr	149,23	146,87	155,30
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974	0,9974
Suhu (C)	30	30	30
Specific Grafity (w2-W1)	2,6460	2,6085	2,6344
Rata-rata specific Grafity	2,6296		

(6) Pengujian Berat Jenis Tanah Campuran (NaCl 25%)

No Contoh	1	2	3
No picnometer	31	81	6
Berat Picnometer (W1) gr	50,24	52,17	55,65
Berat Picnometer +tanah (W2)	75,27	77,34	80,73
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	25,03	25,17	25,08
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	162,59	165,19	171,02
Berat Picnometer+air (W4)	147,34	149,89	155,86
Berat Picnometer +air (W4') gr	146,96	149,50	155,45
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974	0,9974
Suhu (C)	30	30	30
Specific Grafity (w2-W1)	2,6636	2,6550	2,6359
Rata-rata spesific Grafity	2,6515		

LAMPIRAN D
PENGUJIAN BATAS BATAS KONSISTENSI

A. Dokumentasi Pengujian



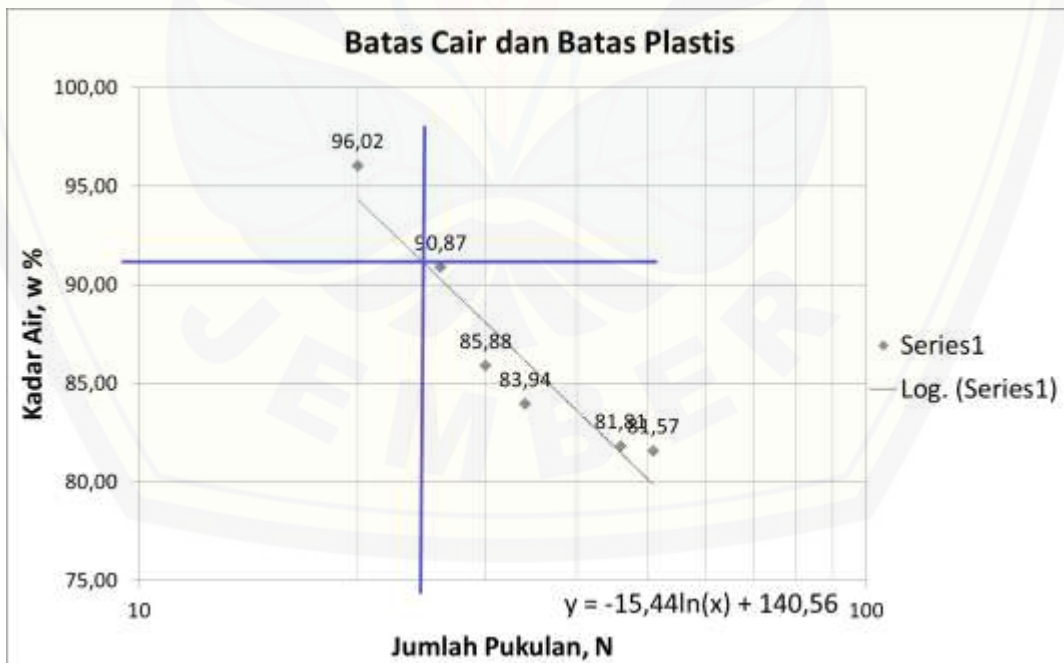
B. Tabel Hasil Pengujian Batas Batas Konsistensi

(1) Pengujian Batas Batas Konsistensi Tanah Asli (NaCl 0%)

BATAS CAIR							
Kedalaman							
No. Contoh		1	2	3	4	5	6
Jumlah Pukulan		51	46	34	30	26	20
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	23,16	27,26	25,97	21,85	27,31	28,25
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	16,39	19,03	18,08	15,83	18,55	18,59
Berat Air	gr	6,77	8,23	7,89	6,02	8,76	9,66
Berat Cawan	gr	8,09	8,97	8,68	8,82	8,91	8,53
Berat Kering	gr	8,3	10,06	9,4	7,01	9,64	10,06
Kadar Air	%	81,57	81,81	83,94	85,88	90,87	96,02

BATAS PLASTIS			
Kedalaman		0	0
No. Contoh		1	2
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	11,29	11,19
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	10,62	10,58
Berat Air	gr	0,67	0,61
Berat Cawan	gr	8,85	8,89
Berat Kering	gr	1,77	1,69
Kadar Air	%	37,85	36,09
Rata-Rata	%	36,97	

SAMPLE			0%	
BATAS CAIR (LL)			BATAS PLASTIS (PL)	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	51	81,57	1	37,85
2	46	81,81		
3	34	83,94		
4	30	85,88	2	36,09
5	26	90,87		
6	20	96,02		
		86,68	RATA-RATA	36,97
Batas Cair (LL)		Batas Plastis (PL)		Index Plastis
90,86		36,97		53,89

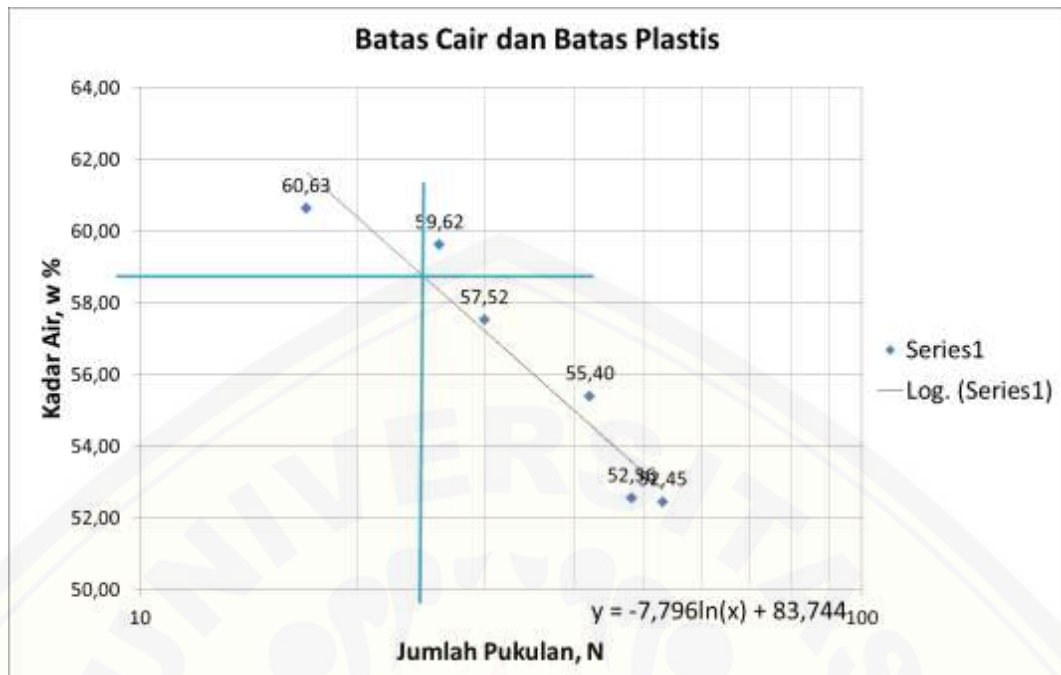


(2) Pengujian Batas Batas Konsistensi Tanah Campuran (NaCl 5%)

BATAS CAIR							
Kedalaman							
No. Contoh		3	L	4	5	6	7
Jumlah Pukulan		53	48	42	30	26	17
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	13,79	14,56	15,65	15,37	15,37	17,5
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	12,08	12,71	13,24	13	12,86	14,25
Berat Air	gr	1,71	1,85	2,41	2,37	2,51	3,25
Berat Cawan	gr	8,82	9,19	8,89	8,88	8,65	8,89
Berat Kering	gr	3,26	3,52	4,35	4,12	4,21	5,36
Kadar Air	%	52,45	52,56	55,40	57,52	59,62	60,63

BATAS PLASTIS			
Kedalaman			
No. Contoh		8	E
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	9,97	11,4
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	9,43	10,77
Berat Air	gr	0,54	0,63
Berat Cawan	gr	7,96	9,01
Berat Kering	gr	1,47	1,76
Kadar Air	%	36,73	35,80
Rata-Rata	%	36,27	

SAMPLE			5%	
BATAS CAIR (LL)			BATAS PLASTIS (PL)	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	53	52,45	1	36,73
2	48	52,56		
3	42	55,40		
4	30	57,52	2	35,80
5	26	59,62		
6	17	60,63		
		56,37	RATA-RATA	36,27
Batas Cair (LL)		Batas Plastis (PL)		Index Plastis
58,60		36,27		22,33

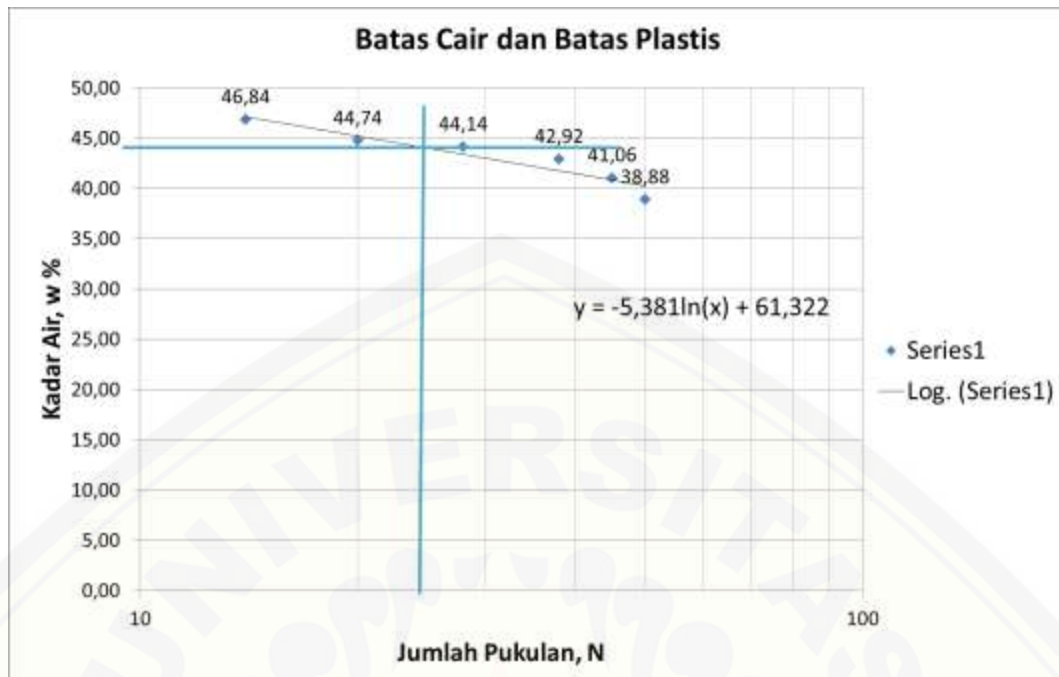


(3) Pengujian Batas Batas Konsistensi Tanah Campuran (NaCl 10%)

BATAS CAIR							
Kedalaman							
No. Contoh		3	L	4	5	6	7
Jumlah Pukulan		50	45	38	28	20	14
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	14,48	14,78	15,34	14,17	15,66	14,47
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	12,89	13,15	13,4	12,55	13,49	12,69
Berat Air	gr	1,59	1,63	1,94	1,62	2,17	1,78
Berat Cawan	gr	8,8	9,18	8,88	8,88	8,64	8,89
Berat Kering	gr	4,09	3,97	4,52	3,67	4,85	3,8
Kadar Air	%	38,88	41,06	42,92	44,14	44,74	46,84

BATAS PLASTIS			
Kedalaman			
No. Contoh		8	E
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	10,86	11,49
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	10,22	10,89
Berat Air	gr	0,64	0,6
Berat Cawan	gr	7,96	8,81
Berat Kering	gr	2,26	2,08
Kadar Air	%	28,32	28,85
Rata-Rata	%	28,58	

SAMPLE			10%	
BATAS CAIR (LL)			BATAS PLASTIS (PL)	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	50	38,88	1	28,32
2	45	41,06		
3	38	42,92		
4	28	44,14	2	28,85
5	20	44,74		
6	14	46,84		
		43,10	RATA-RATA	28,58
Batas Cair (LL)		Batas Plastis (PL)		Index Plastis
44,00		28,58		15,42

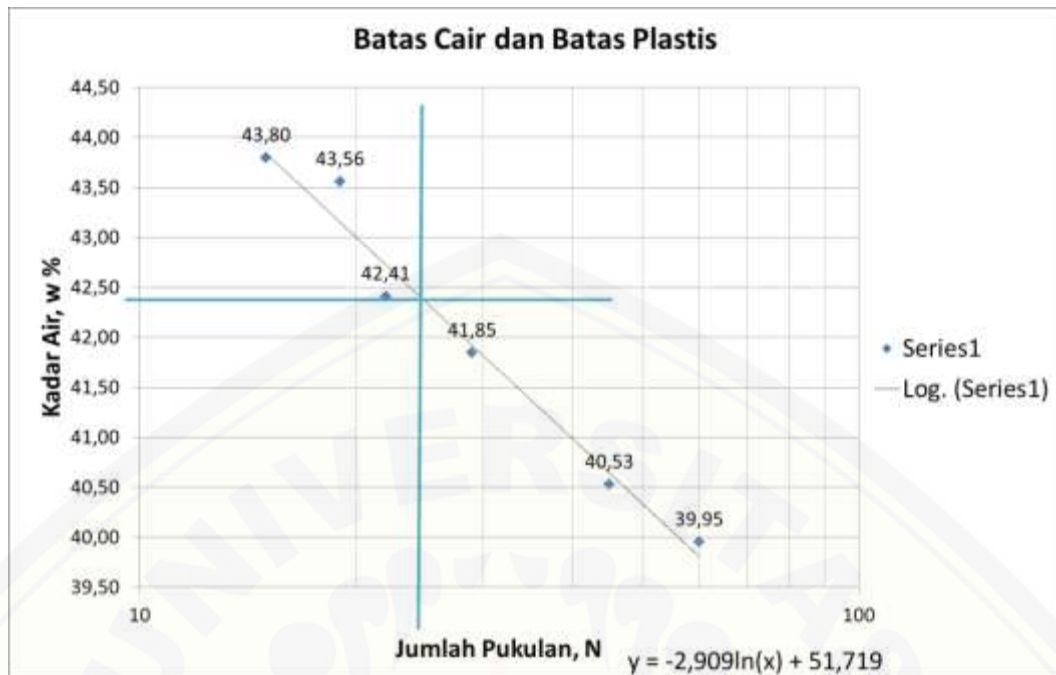


(4) Pengujian Batas Batas Konsistensi Tanah Campuran (NaCl 15%)

BATAS CAIR							
Kedalaman							
No. Contoh		3	L	4	5	6	7
Jumlah Pukulan		60	45	29	22	19	15
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	14,79	15,56	15,5	15,26	16,56	16,53
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	13,08	13,72	13,55	13,36	14,16	14,2
Berat Air	gr	1,71	1,84	1,95	1,9	2,4	2,33
Berat Cawan	gr	8,8	9,18	8,89	8,88	8,65	8,88
Berat Kering	gr	4,28	4,54	4,66	4,48	5,51	5,32
Kadar Air	%	39,95	40,53	41,85	42,41	43,56	43,80

BATAS PLASTIS			
Kedalaman			
No. Contoh		8	E
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	10,43	11,7
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	9,92	11,11
Berat Air	gr	0,51	0,59
Berat Cawan	gr	7,96	9,02
Berat Kering	gr	1,96	2,09
Kadar Air	%	26,02	28,23
Rata-Rata	%	27,13	

SAMPLE			15%	
BATAS CAIR (LL)			BATAS PLASTIS (PL)	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	60	39,95	1	26,02
2	45	40,53		
3	29	41,85		
4	22	42,41	2	28,23
5	19	43,56		
6	15	43,80		
		42,02	RATA-RATA	27,13
Batas Cair (LL)	Batas Plastis (PL)		Index Plastis	
42,35	27,13		15,22	

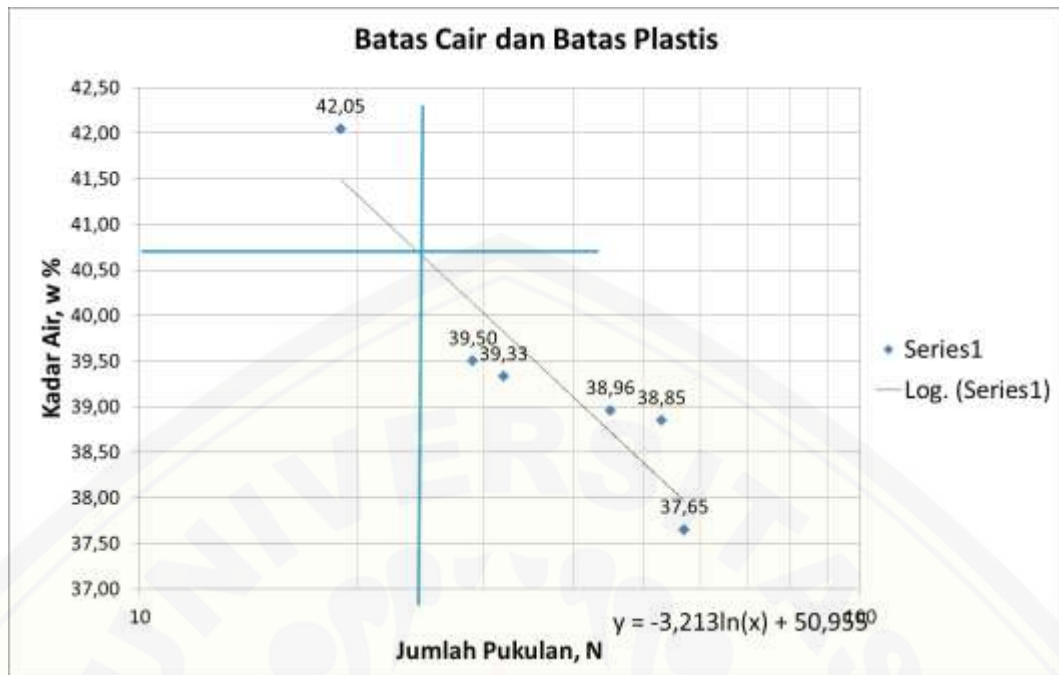


(5) Pengujian Batas Batas Konsistensi Tanah Campuran (NaCl 20%)

BATAS CAIR							
Kedalaman							
No. Contoh		5%	1'	4	3	A1	14
Jumlah Pukulan		57	53	45	32	29	19
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	14,59	16,14	15,32	16,02	17,13	15,46
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	12,41	14,12	13,38	13,79	14,76	13,53
Berat Air	gr	2,18	2,02	1,94	2,23	2,37	1,93
Berat Cawan	gr	6,62	8,92	8,4	8,12	8,76	8,94
Berat Kering	gr	5,79	5,2	4,98	5,67	6	4,59
Kadar Air	%	37,65	38,85	38,96	39,33	39,50	42,05

BATAS PLASTIS			
Kedalaman			
No. Contoh		0	1
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	11,32	10,71
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	10,8	10,15
Berat Air	gr	0,52	0,56
Berat Cawan	gr	8,95	7,99
Berat Kering	gr	1,85	2,16
Kadar Air	%	28,11	25,93
Rata-Rata	%	27,02	

SAMPLE			20%	
BATAS CAIR (LL)			BATAS PLASTIS (PL)	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	57	37,65	1	28,11
2	53	38,85		
3	45	38,96		
4	32	39,33	2	25,93
5	29	39,50		
6	19	42,05		
		39,39	RATA-RATA	27,02
Batas Cair (LL)	Batas Plastis (PL)		Index Plastis	
41,00	27,02		13,98	

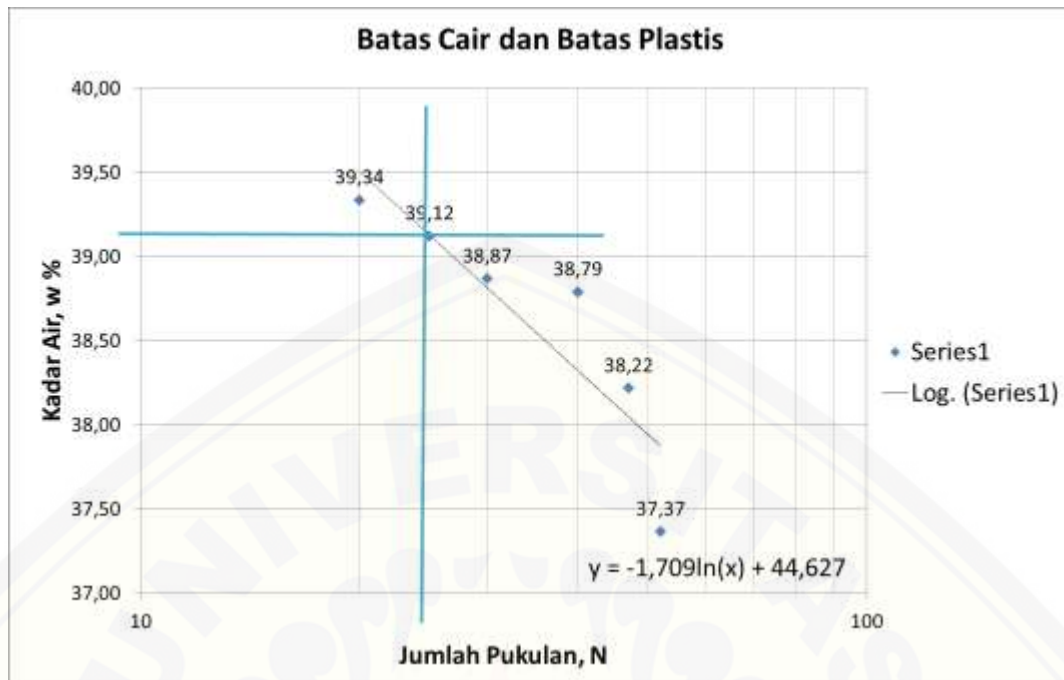


(6) Pengujian Batas Batas Konsistensi Tanah Campuran (NaCl 25%)

BATAS CAIR							
Kedalaman							
No. Contoh		5%	1'	4	3	A1	14
Jumlah Pukulan		52	47	40	30	25	20
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	12,98	15,43	14,63	15,25	15,74	16,92
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	11,25	13,63	12,9	13,26	13,78	14,67
Berat Air	gr	1,73	1,8	1,73	1,99	1,96	2,25
Berat Cawan	gr	6,62	8,92	8,44	8,14	8,77	8,95
Berat Kering	gr	4,63	4,71	4,46	5,12	5,01	5,72
Kadar Air	%	37,37	38,22	38,79	38,87	39,12	39,34

BATAS PLASTIS			
Kedalaman			
No. Contoh		0	1
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	11,31	9,83
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	10,82	9,46
Berat Air	gr	0,49	0,37
Berat Cawan	gr	8,95	7,99
Berat Kering	gr	1,87	1,47
Kadar Air	%	26,20	25,17
Rata-Rata	%	25,69	

SAMPLE			25%	
BATAS CAIR (LL)			BATAS PLASTIS (PL)	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	52	37,37	1	26,20
2	47	38,22		
3	40	38,79		
4	30	38,87	2	25,17
5	25	39,12		
6	20	39,34		
		38,62	RATA-RATA	25,69
Batas Cair (LL)		Batas Plastis (PL)		Index Plastis
39,12		25,69		13,43



LAMPIRAN E

PENGUJIAN STANDARD PROCTOR

A. Dokumentasi Pengujian Standard Proctor



B. Tabel Hasil Pengujian Standard Proctor

(1) Pengujian Standard Proctor Tanah Asli (NaCl 0%)

COMPACTION TEST

- VOLUME	=	856,5	d mold	9,87
- BERAT	=	1515	t mold	11,2
- Gs	=	2,38		

DENSITY

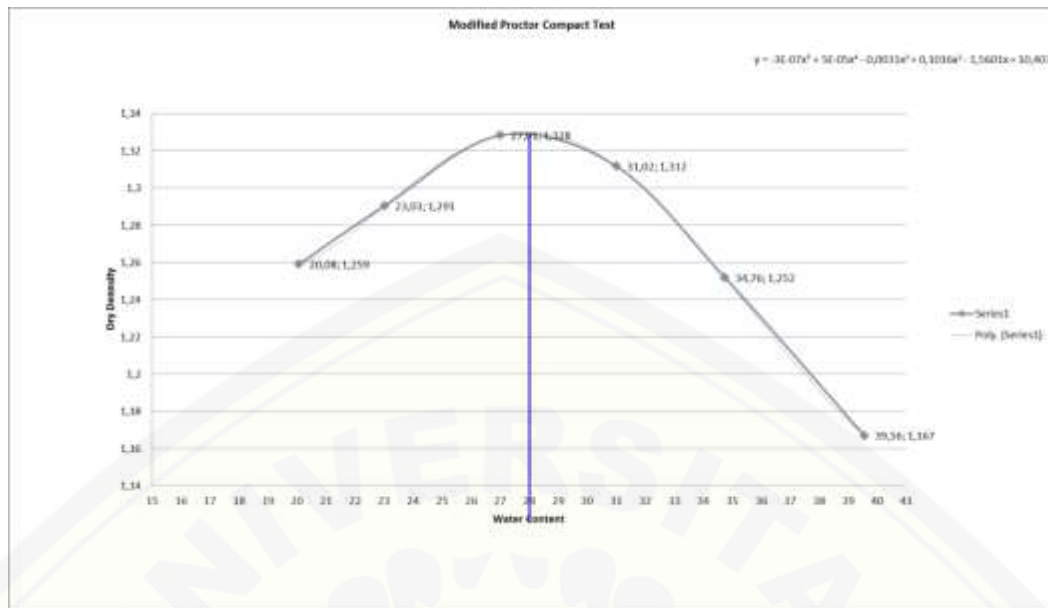
		200	300	400	500	600	700
Penambahan Air	ml	200	300	400	500	600	700
Berat Mold + Tanah Padat	gr	5960	6025	6110	6137	6110	6060
Berat Mold	gr	4665	4665	4665	4665	4665	4665
Berat Tanah Padat	gr	1295	1360	1445	1472	1445	1395
Kadar Air	%	20,08	23,03	27,01	31,02	34,76	39,56
Berat Isi Basah	gr/cm ³	1,512	1,588	1,687	1,719	1,687	1,629
Berat Isi Kering	gr/cm ³	1,259	1,291	1,328	1,312	1,252	1,167
e %		0,8680	0,8225	0,7707	0,8787	0,8787	1,0154
n %		0,4647	0,4513	0,4353	0,4677	0,4677	0,5038
zero air Void	gr/cm ⁴	1,6111	1,5378	1,4492	1,3697	1,3030	1,2262

KADAR AIR**WATER CONTENT**

Penambahan Air	cc	200		300		400	
No. Contoh		2	A	D5	1SC2	E	3
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	31,66	44,11	45,07	37,14	35,27	31,79
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	27,83	38,22	39,09	31,79	29,73	26,77
Berat Air	gr	3,83	5,89	5,98	5,35	5,54	5,02
Berat Cawan	gr	8,99	8,51	12,73	8,91	8,87	8,49
Berat Kering	gr	18,84	29,71	26,36	22,88	20,86	18,28
Kadar Air	%	20,33	19,82	22,69	23,38	26,56	27,46
Rata-rata kadar air		20,08		23,03		27,01	

WATER CONTENT

Penambahan Air	cc	500		600		700	
No. Contoh		W	O	W	O	PL	K3
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	32,42	34,486	36,06	38,66	47,14	47,38
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	25,92	27,88	27,59	29,91	36,32	36,27
Berat Air	gr	6,5	6,606	8,47	8,75	10,82	11,11
Berat Cawan	gr	5,62	5,87	3,97	3,91	8,77	8,39
Berat Kering	gr	20,3	22,01	23,62	26	27,55	27,88
Kadar Air	%	32,02	30,01	35,86	33,65	39,27	39,85
Rata-rata kadar air		31,02		34,76		39,56	



(2) Pengujian Standard Proctor Tanah Campuran (NaCl 5%)**COMPACTION TEST**

- VOLUME	=	926,7	d mold	10,075
- BERAT	=	4700	t mold	11,63
- G _s	=	2,55		

DENSITY

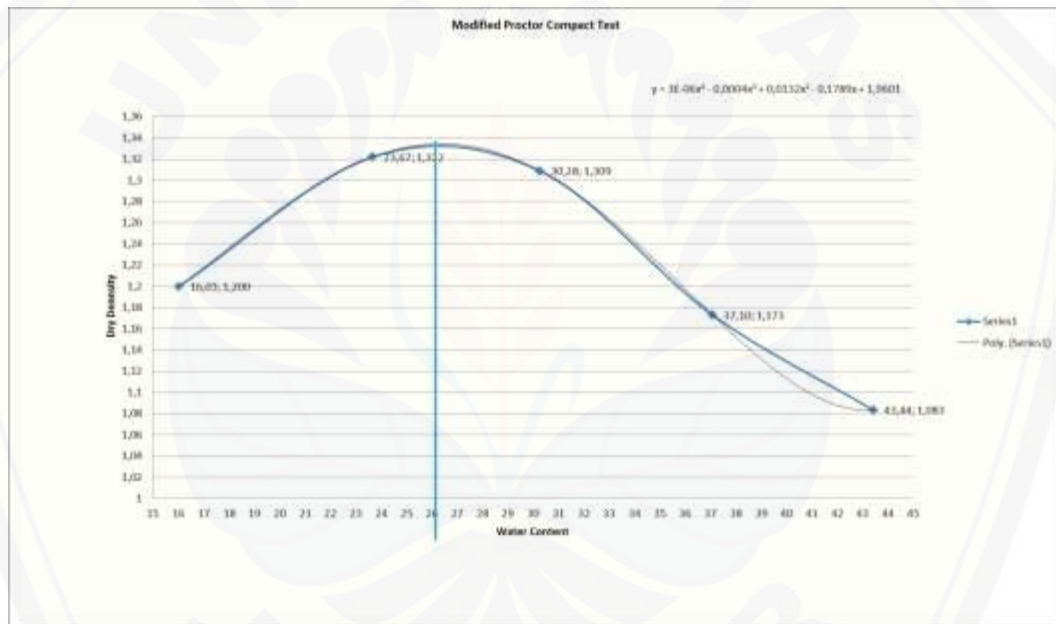
Penambahan Air		150	300	450	600	750
Berat Mold + Tanah Padat	gr	5990	6215	6280	6190	6140
Berat Mold	gr	4700	4700	4700	4700	4700
Berat Tanah Padat	gr	1290	1515	1580	1490	1440
Kadar Air	%	16,03	23,67	30,28	37,10	43,44
Berat Isi Basah	gr/cm ³	1,392	1,635	1,705	1,608	1,554
Berat Isi Kering	gr/cm ³	1,200	1,322	1,309	1,173	1,083
e %		1,0958	0,9022	0,9214	1,3211	1,3211
n %		0,5229	0,4743	0,4795	0,5692	0,5692
zero air Void	gr/cm ⁴	1,8081	1,5884	1,4375	1,3091	1,2089

KADAR AIR**WATER CONTENT**

Penambahan Air	cc	150		300		450	
No. Contoh		A	B	C	D	E	F
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	28,53	34,75	33,46	34,9	38,65	37,81
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	25,5	30,78	28,42	29,31	31,09	30,51
Berat Air	gr	3,03	3,97	5,04	5,59	7,56	7,3
Berat Cawan	gr	6,3	6,38	6,51	6,35	6,18	6,35
Berat Kering	gr	19,2	24,4	21,91	22,96	24,91	24,16
Kadar Air	%	15,78	16,27	23,00	24,35	30,35	30,22
Rata-rata kadar air		16,03		23,67		30,28	

WATER CONTENT

Penambahan Air	cc	600		750	
		G	H	I	J
No. Contoh					
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	31,01	34,38	28,89	32,49
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	24,31	26,83	22,02	24,55
Berat Air	gr	6,7	7,55	6,87	7,94
Berat Cawan	gr	6,48	6,22	6,19	6,29
Berat Kering	gr	17,83	20,61	15,83	18,26
Kadar Air	%	37,58	36,63	43,40	43,48
Rata-rata kadar air		37,10		43,44	



(3) Pengujian Standard Proctor Tanah Campuran (NaCl 10%)**COMPACTION TEST**

- VOLUME	=	831,4	d mold	10,18
- BERAT	=	4660	t mold	10,22
- G _s	=	2,56		

DENSITY

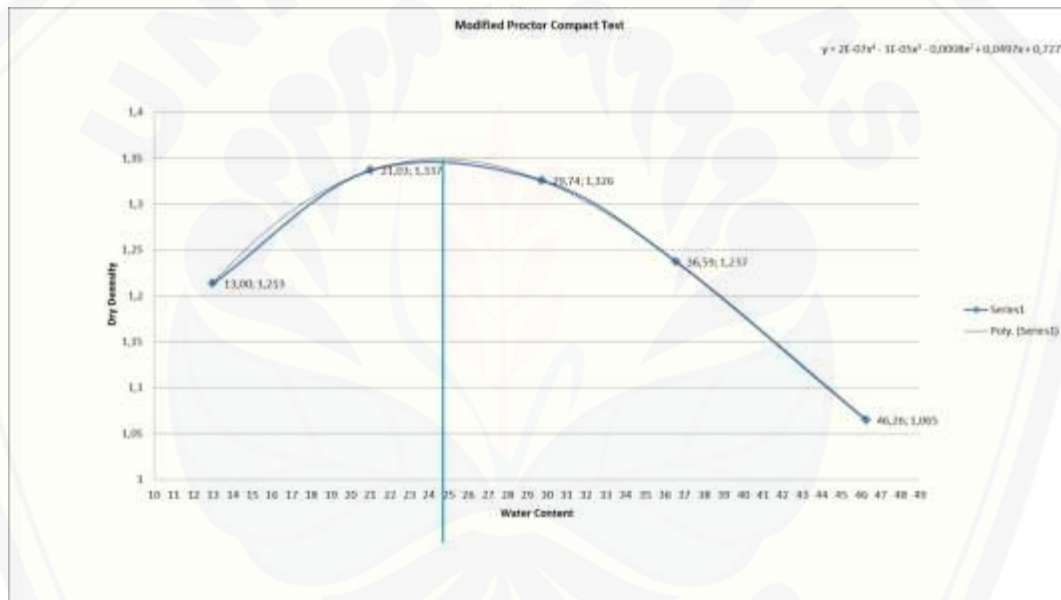
Penambahan Air		150	300	450	600	750
Berat Mold + Tanah Padat	gr	5800	6005	6090	6065	5955
Berat Mold	gr	4660	4660	4660	4660	4660
Berat Tanah Padat	gr	1140	1345	1430	1405	1295
Kadar Air	%	13,00	21,03	29,74	36,59	46,26
Berat Isi Basah	gr/cm ³	1,371	1,618	1,720	1,690	1,558
Berat Isi Kering	gr/cm ³	1,213	1,337	1,326	1,237	1,065
e %		1,0862	0,8938	0,9094	1,3769	1,3769
n %		0,5207	0,4720	0,4763	0,5793	0,5793
zero air Void	gr/cm ⁴	1,9224	1,6654	1,4544	1,3227	1,1727

KADAR AIR**WATER CONTENT**

Penambahan Air	cc	150		300		450	
No. Contoh		A	B	C	D	E	F
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	23,05	21,12	26,57	24,66	27,52	31,22
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	21,06	19,3	22,59	21,13	22,08	25,44
Berat Air	gr	1,99	1,82	3,98	3,53	5,44	5,78
Berat Cawan	gr	5,75	3,99	4,01	4,02	4,01	5,76
Berat Kering	gr	15,31	15,31	18,58	17,11	18,07	19,68
Kadar Air	%	13,00	11,89	21,42	20,63	30,11	29,37
Rata-rata kadar air		13,00		21,03		29,74	

WATER CONTENT

Penambahan Air	cc	600		750	
		J	H	AA	CC
No. Contoh		J	H	AA	CC
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	27,85	38,08	28,81	28,81
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	21,57	29,5	21,85	20,77
Berat Air	gr	6,28	8,58	6,96	8,04
Berat Cawan	gr	5,67	4,02	3,93	5,79
Berat Kering	gr	15,9	25,48	17,92	14,98
Kadar Air	%	39,50	33,67	38,84	53,67
Rata-rata kadar air		36,59		46,26	



(4) Pengujian Standard Proctor Tanah Campuran (NaCl 15%)**COMPACTION TEST**

- VOLUME	=	902,8	d mold	10,075
- BERAT	=	4665	t mold	11,33
- Gs	=	2,45		

DENSITY

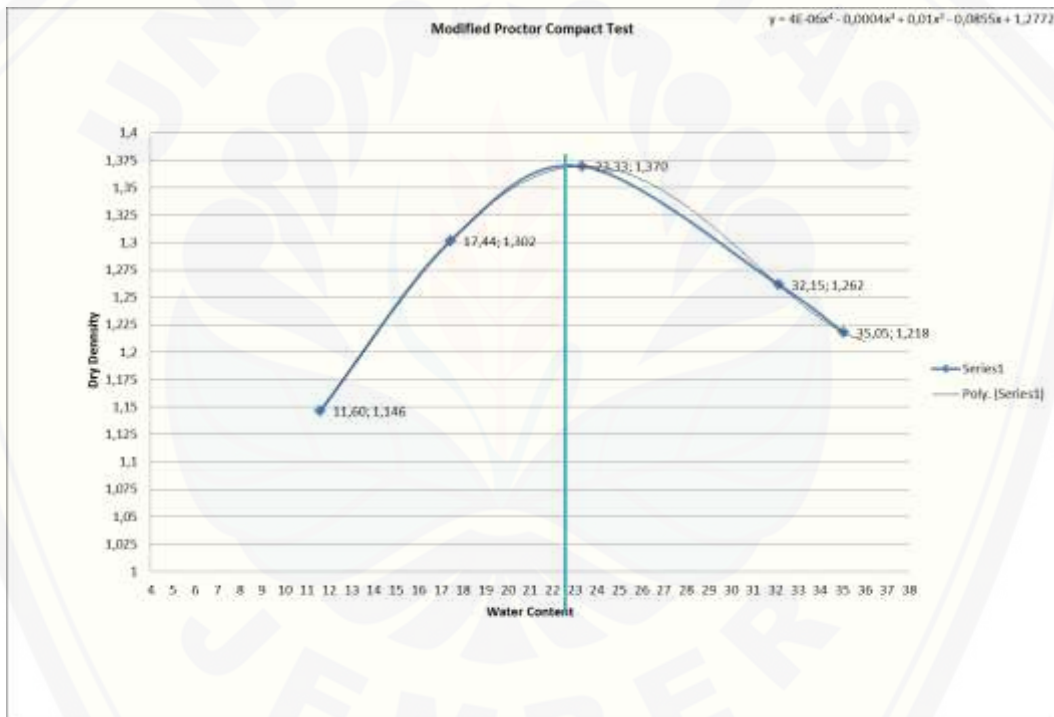
Penambahan Air		150	300	450	600	750
Berat Mold + Tanah Padat	gr	5800	6025	6170	6150	6130
Berat Mold	gr	4645	4645	4645	4645	4645
Berat Tanah Padat	gr	1155	1380	1525	1505	1485
Kadar Air	%	11,60	17,44	23,33	32,15	35,05
Berat Isi Basah	gr/cm ³	1,279	1,529	1,689	1,667	1,645
Berat Isi Kering	gr/cm ³	1,146	1,302	1,370	1,262	1,218
e %		1,1152	0,8630	0,9221	0,9221	0,9221
n %		0,5272	0,4632	0,4797	0,4797	0,4797
zero air Void	gr/cm ⁴	1,9109	1,7189	1,5609	1,3721	1,3195

KADAR AIR**WATER CONTENT**

Penambahan Air	cc	150		300		450	
No. Contoh		3	4	5	6	7	8
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	32,49	23,14	34,72	32,82	32,46	34,62
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	30,05	21,56	30,74	29,37	28,02	29,55
Berat Air	gr	2,44	1,58	3,98	3,45	4,44	5,07
Berat Cawan	gr	9,01	7,94	8,65	8,92	8,77	8,07
Berat Kering	gr	21,04	13,62	22,09	20,45	19,25	21,48
Kadar Air	%	11,60	11,60	18,02	16,87	23,06	23,60
Rata-rata kadar air		11,60		17,44		23,33	

WATER CONTENT

Penambahan Air	cc	600		750	
No. Contoh		9	10	9	10
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	31,48	31,57	39,15	40,12
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	26,01	26,04	31,1	31,97
Berat Air	gr	5,47	5,53	8,05	8,15
Berat Cawan	gr	8,85	8,98	8,34	8,51
Berat Kering	gr	17,16	17,06	22,76	23,46
Kadar Air	%	31,88	32,42	35,37	34,74
Rata-rata kadar air		32,15		35,05	



(5) Pengujian Standard Proctor Tanah Campuran (NaCl 20%)**COMPACTION TEST**

- VOLUME	=	922,1	d mold	10,05
- BERAT	=	4665	t mold	11,63
- Gs	=	2,63		

DENSITY

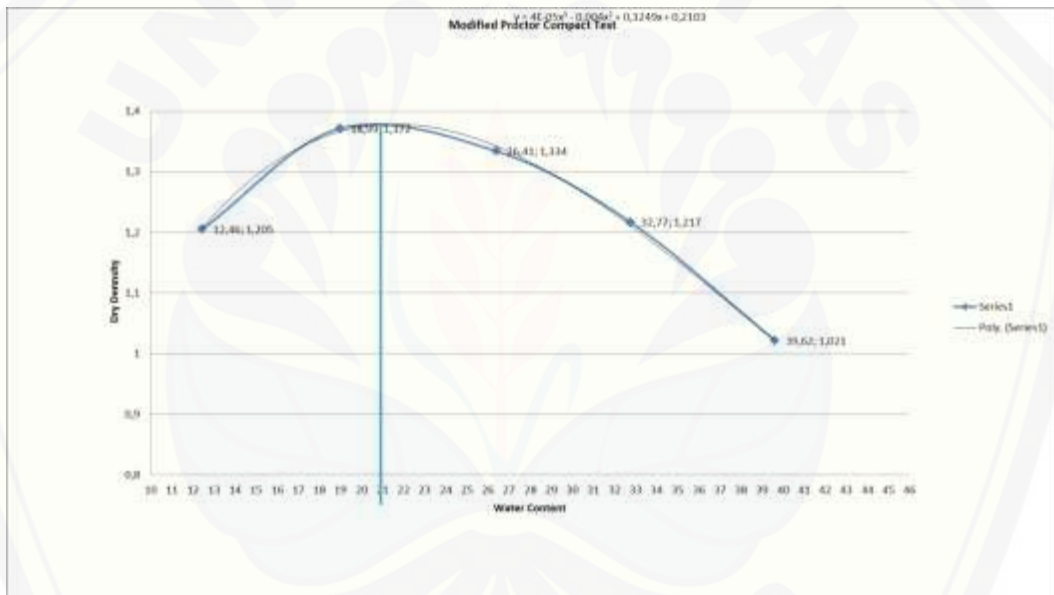
Penambahan Air		150	300	450	600	750
Berat Mold + Tanah Padat	gr	5915	6170	6220	6155	5980
Berat Mold	gr	4665	4665	4665	4665	4665
Berat Tanah Padat	gr	1250	1505	1555	1490	1315
Kadar Air	%	12,46	18,99	26,41	32,77	39,62
Berat Isi Basah	gr/cm ³	1,356	1,632	1,686	1,616	1,426
Berat Isi Kering	gr/cm ³	1,205	1,372	1,334	1,217	1,021
e %		1,1546	0,8936	0,9469	1,5428	1,5428
n %		0,5359	0,4719	0,4864	0,6067	0,6067
zero air Void	gr/cm ⁴	1,9808	1,7537	1,5519	1,4125	1,2879

KADAR AIR**WATER CONTENT**

Penambahan Air	cc	150		300		450	
No. Contoh		A	B	C	D	E	F
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	32,24	33,58	44,38	37,56	31,53	31,14
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	29,78	30,77	38,72	32,89	26,78	26,31
Berat Air	gr	2,46	2,81	5,66	4,67	4,75	4,83
Berat Cawan	gr	9,25	9,04	9,14	8,12	8,59	8,22
Berat Kering	gr	20,53	21,73	29,58	24,77	18,19	18,09
Kadar Air	%	11,98	12,93	19,13	18,85	26,11	26,70
Rata-rata kadar air		12,46		18,99		26,41	

WATER CONTENT

Penambahan Air	cc	600		750	
No. Contoh		G	H	11	A2
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	31,12	36,97	37,58	37,13
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	25,51	29,91	29,25	29,15
Berat Air	gr	5,61	7,06	8,33	7,98
Berat Cawan	gr	8,58	8,12	8,96	8,25
Berat Kering	gr	16,93	21,79	20,29	20,9
Kadar Air	%	33,14	32,40	41,05	38,18
Rata-rata kadar air		32,77		39,62	



(6) Pengujian Standard Proctor Tanah Campuran (NaCl 25%)**COMPACTION TEST**

- VOLUME	=	922,1	d mold	10,05
- BERAT	=	4650	t mold	11,63
- Gs	=	2,65		

DENSITY

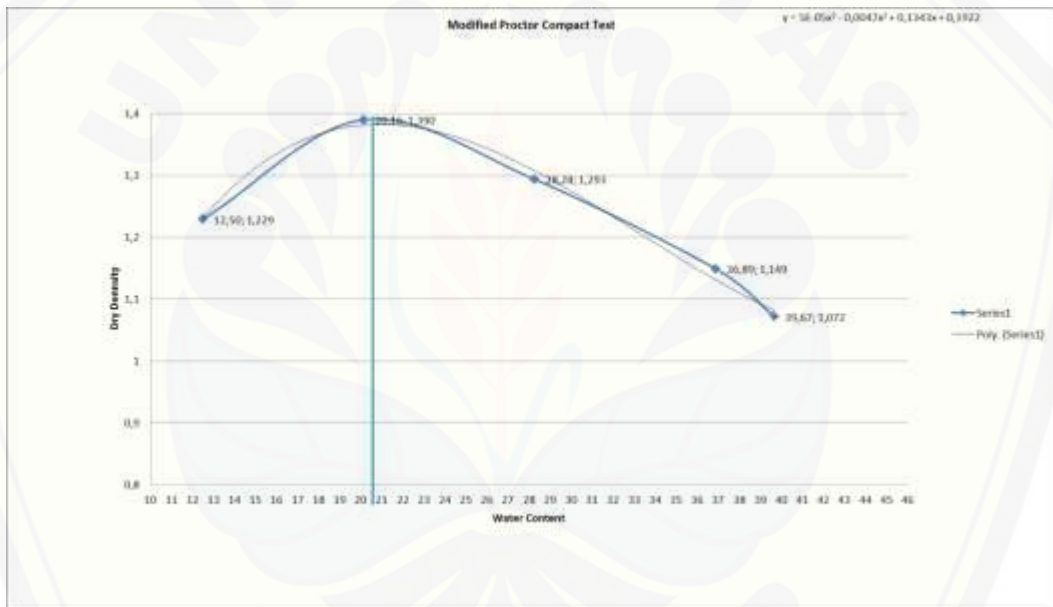
Penambahan Air		150	300	450	600	750
Berat Mold + Tanah Padat	gr	5925	6190	6180	6100	6030
Berat Mold	gr	4650	4650	4650	4650	4650
Berat Tanah Padat	gr	1275	1540	1530	1450	1380
Kadar Air	%	12,50	20,16	28,28	36,89	39,67
Berat Isi Basah	gr/cm ³	1,383	1,670	1,659	1,572	1,497
Berat Isi Kering	gr/cm ³	1,229	1,390	1,293	1,149	1,072
e %		1,1308	0,8843	1,0247	1,4441	1,4441
n %		0,5307	0,4693	0,5061	0,5909	0,5909
zero air Void	gr/cm ⁴	1,9914	1,7279	1,5154	1,3405	1,2923

KADAR AIR**WATER CONTENT**

Penambahan Air	cc	150		300		450	
No. Contoh		A	B	C	D	E	F
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	30,69	31,72	33,29	34,22	34,6	37,91
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	28,23	29,28	29,28	29,95	28,98	31,44
Berat Air	gr	2,46	2,44	4,01	4,27	5,62	6,47
Berat Cawan	gr	9,23	9,04	9,05	9,12	8,8	8,9
Berat Kering	gr	19	20,24	20,23	20,83	20,18	22,54
Kadar Air	%	12,95	12,06	19,82	20,50	27,85	28,70
Rata-rata kadar air		12,50		20,16		28,28	

WATER CONTENT

Penambahan Air	cc	600		750	
		G	H	A2	11
No. Contoh		G	H	A2	11
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	29,54	30,91	35,22	34,55
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	24,04	24,95	27,76	27,41
Berat Air	gr	5,5	5,96	7,46	7,14
Berat Cawan	gr	9	8,93	9,12	9,25
Berat Kering	gr	15,04	16,02	18,64	18,16
Kadar Air	%	36,57	37,20	40,02	39,32
Rata-rata kadar air		36,89		39,67	



LAMPIRAN G

PENGUJIAN ANALISA SARINGAN BASAH

A. Dokumentasi Pengujian Analisa Saringan Basah

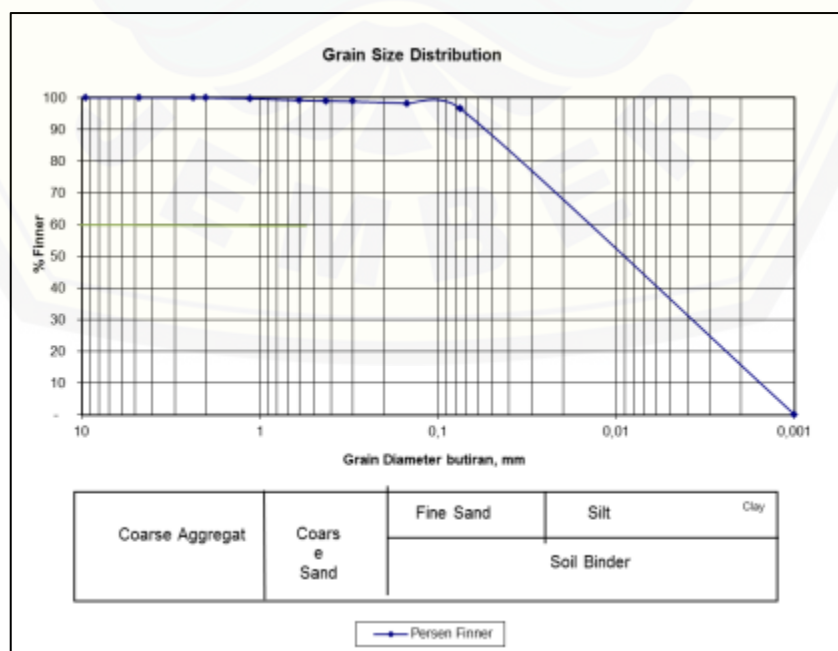


B. Tabel Hasil Pengujian Analisa Saringan Basah

(1) Pengujian Analisa Saringan Basah Tanah Asli (NaCl 0%)

SIEVE ANALYSIS

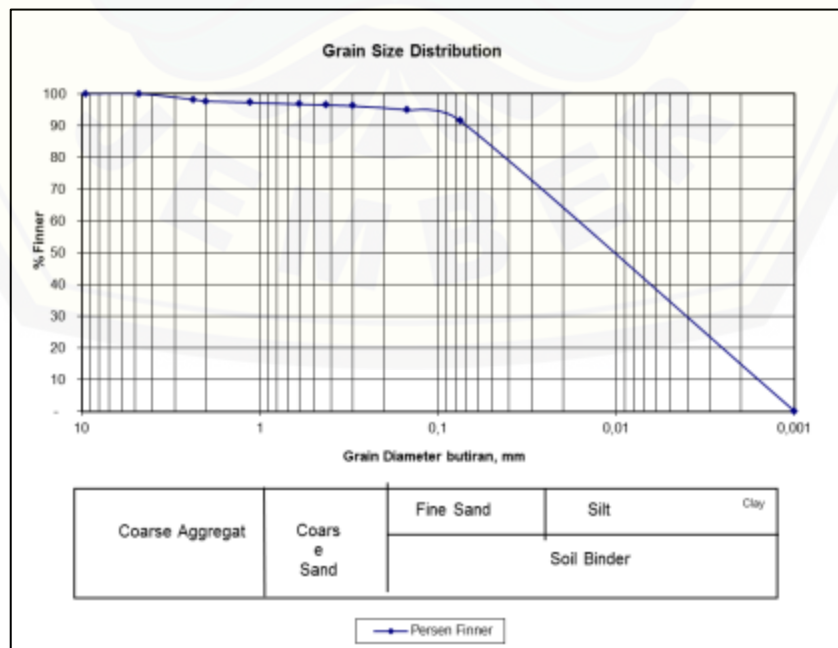
Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Sieve (gr)	WT. Sieve + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		606	606	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	444	444	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	421	421	0	0,00	0,0	100,0
4	4,750	480	480	0	0,00	0,0	100,0
8	2,360	439	439,34	0,34	0,07	0,1	99,9
10	2,000	437	437,08	0,08	0,02	0,1	99,9
16	1,130	425	426,02	1,02	0,20	0,3	99,7
30	0,600	384	386,76	2,76	0,55	0,8	99,2
40	0,425	286	286,95	0,95	0,19	1,0	99,0
50	0,300	285	285,94	0,94	0,19	1,2	99
100	0,150	398	401,13	3,13	0,63	1,8	98,2
200	0,075	336	344,06	8,06	1,62	3,5	96,5
pan		454	935,72	481,72	96,54	100,0	0
SUM				499	100,00		



(2) Pengujian Analisa Saringan Basah Tanah Campuran (NaCl 5%)

SIEVE ANALYSIS

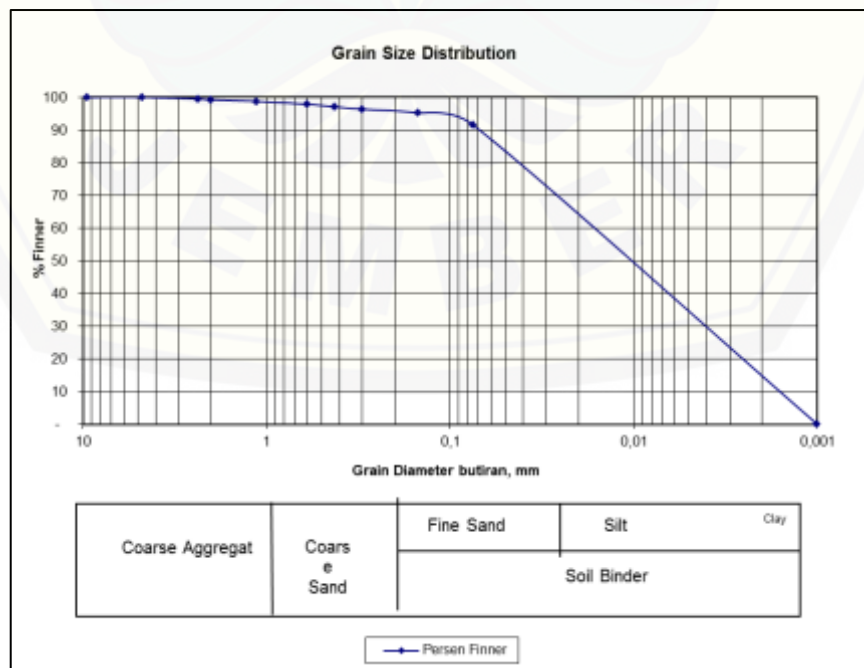
Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Sieve (gr)	WT. Sieve + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)+ cawan	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		606	606	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	444	444	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	421	421	0	0,00	0,0	100,0
4	4,750	480	480	0	0,00	0,0	100,0
8	2,360	439	447,94	8,94	1,79	1,8	98,2
10	2,000	437	439,61	2,61	0,52	2,3	97,7
16	1,130	425	427,19	2,19	0,44	2,7	97,3
30	0,600	384	386,71	2,71	0,54	3,3	96,7
40	0,425	286	287,47	1,47	0,29	3,6	96,4
50	0,300	285	286,33	1,33	0,27	3,9	96
100	0,150	398	404,52	6,52	1,30	5,2	94,8
200	0,075	336	352,87	16,87	3,37	8,5	91,5
pan		454	911,36	457,36	91,47	100,0	0
SUM				500	100,00		



(3) Pengujian Analisa Saringan Basah Tanah Campuran (NaCl 10%)

SIEVE ANALYSIS

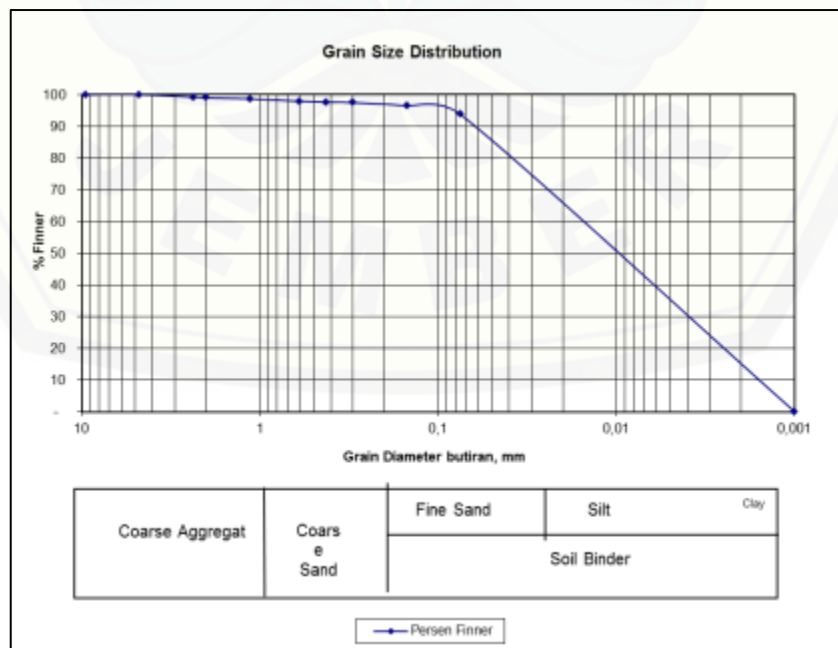
Sieve No	Sieve Opening (mm)	Cawan	WT. Soil + Cawan (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		0	0	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	0	0	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	0	0	0	0,00	0,0	100,0
4	4,750	0	0	0	0,00	0,0	100,0
8	2,360	5,76	8,14	2,38	0,48	0,5	99,5
10	2,000	5,86	7,24	1,38	0,28	0,8	99,2
16	1,130	3,95	6,41	2,46	0,49	1,2	98,8
30	0,600	4,09	8,42	4,33	0,87	2,1	97,9
40	0,425	4,07	8,12	4,05	0,81	2,9	97,1
50	0,300	4,07	7,58	3,51	0,70	3,6	96
100	0,150	9,02	14,87	5,85	1,17	4,8	95,2
200	0,075	8,9	27,14	18,24	3,65	8,4	91,6
pan				457,8	91,56	100,0	0
SUM				500	100,00		



(4) Pengujian Analisa Saringan Basah Tanah Campuran (NaCl 15%)

SIEVE ANALYSIS

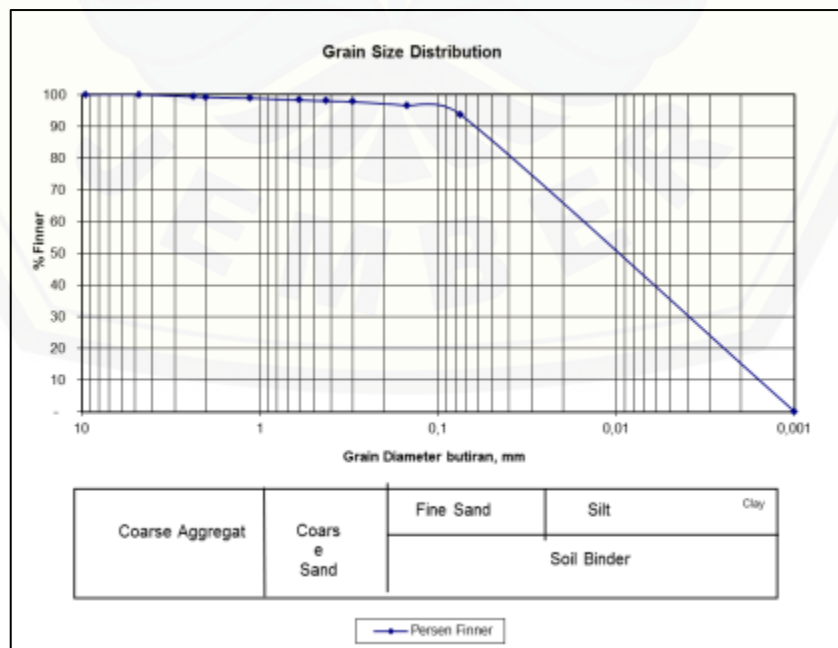
Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Cawan (gr)	WT. Cawan + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		0	0	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	0	0	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	0	0	0	0,00	0,0	100,0
4	4,750	0	0	0	0,00	0,0	100,0
8	2,360	8,64	12,25	3,61	0,72	0,7	99,3
10	2,000	9	10,2	1,2	0,24	1,0	99,0
16	1,130	8,45	10,39	1,94	0,39	1,4	98,7
30	0,600	8,56	12,06	3,5	0,70	2,1	98,0
40	0,425	8,98	10,38	1,4	0,28	2,3	97,7
50	0,300	9,05	9,97	0,92	0,18	2,5	97
100	0,150	8,96	14,15	5,19	1,04	3,6	96,4
200	0,075	8,71	22,11	13,4	2,68	6,2	93,8
pan				468,84	93,77	100,0	0
SUM				500	100,00		



(5) Pengujian Analisa Saringan Basah Tanah Campuran (NaCl 20%)

SIEVE ANALYSIS

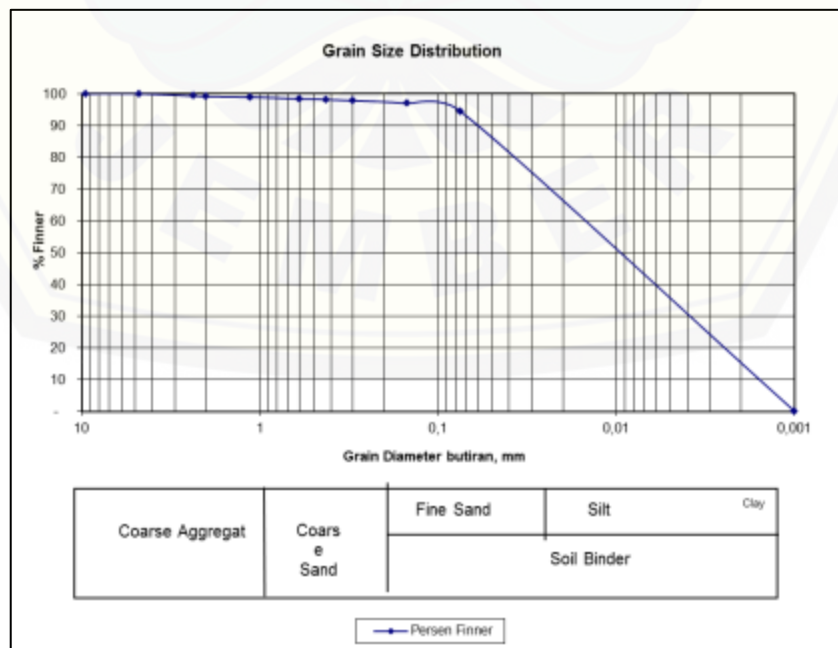
Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Cawan (gr)	WT. Cawan + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		0	0	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	0	0	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	0	0	0	0,00	0,0	100,0
4	4,750	0	0	0	0,00	0,0	100,0
8	2,360	4,03	7,15	3,12	0,62	0,6	99,4
10	2,000	5,7	6,52	0,82	0,16	0,8	99,2
16	1,130	5,91	7,68	1,77	0,35	1,1	98,9
30	0,600	4,02	6,93	2,91	0,58	1,7	98,3
40	0,425	3,99	5,47	1,48	0,30	2,0	98,0
50	0,300	3,99	5,28	1,29	0,26	2,3	98
100	0,150	5,83	11,79	5,96	1,19	3,5	96,5
200	0,075	4,08	17,96	13,88	2,78	6,2	93,8
pan				468,77	93,75	100,0	0
SUM				500	100,00		



(6) Pengujian Analisa Saringan Basah Tanah Campuran (NaCl 25%)

SIEVE ANALYSIS

Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Cawan (gr)	WT. Cawan + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		0	0	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	0	0	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	0	0	0	0,00	0,0	100,0
4	4,750	0	0	0	0,00	0,0	100,0
8	2,360	5,77	9,18	3,41	0,68	0,7	99,3
10	2,000	5,86	6,73	0,87	0,17	0,9	99,1
16	1,130	4,96	5,85	0,89	0,18	1,0	99,0
30	0,600	4,06	6,84	2,78	0,56	1,6	98,4
40	0,425	4,05	5,2	1,15	0,23	1,8	98,2
50	0,300	3,91	5,63	1,72	0,34	2,2	98
100	0,150	5,78	10,06	4,28	0,86	3,0	97,0
200	0,075	5,6	18,01	12,41	2,48	5,5	94,5
pan				472,49	94,50	100,0	0
SUM				500	100,00		



LAMPIRAN G

PENGUJIAN ANALISA HIDROMETER

A. Dokumentasi Pengujian Analisa Hidrometer



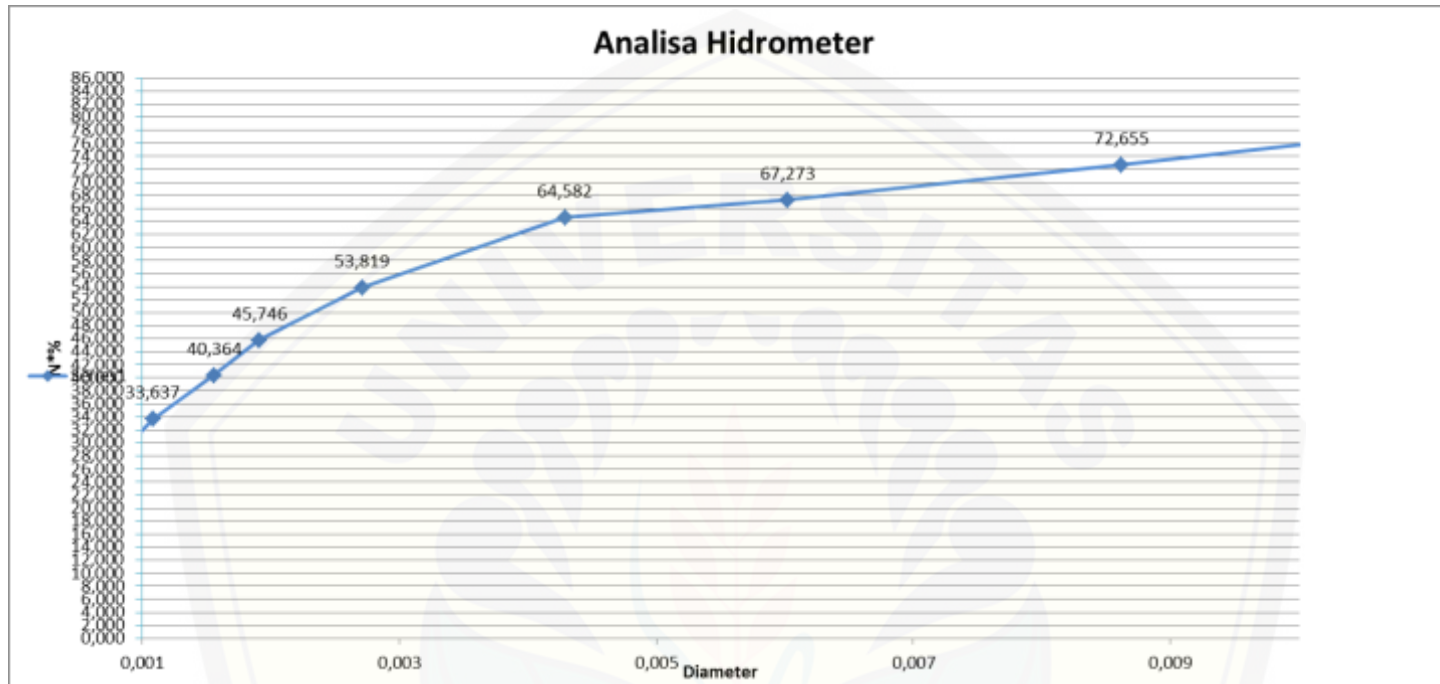
B. Tabel Hasil Pengujian Analisa Hidrometer

(1) Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Asli (NaCl 0%)

ANALISIS HIDROMETER

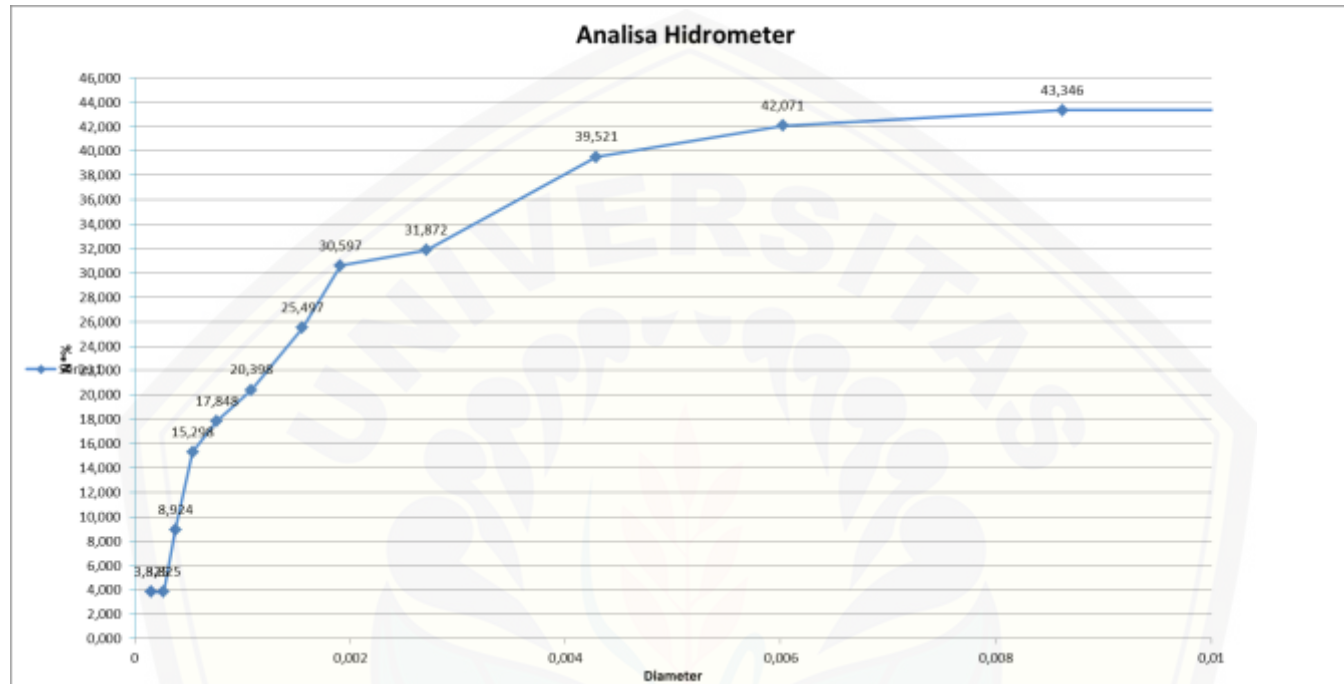
ELAPSED TIME		TEMP.	HYDROMETER READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L. COEFFICIENT	L/t	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
(t)	(t)	(T)	(Ra)	(Rc)	(R)	(L)	(L/t)	(K)	(D)	(N) %	(N') %
0,25	15	30	30	29,9670	1	12,7450	0,8497	0,0133	0,0123	83,624	80,728
0,5	30	30	27	26,9703	1	12,5950	0,4198	0,0133	0,0086	75,261	72,655
1	60	30	25	24,9725	1	12,2950	0,2049	0,0133	0,0060	69,686	67,273

2	120	30	24	23,9736	1	12,4850	0,1040	0,0133	0,0043	66,899	64,582
5	300	30	20	19,9780	1	12,4750	0,0416	0,0133	0,0027	55,749	53,819
10	600	30	17	16,9813	1	12,3950	0,0207	0,0133	0,0019	47,387	45,746
15	900	30	15	14,9835	1	12,3850	0,0138	0,0133	0,0016	41,812	40,364
30	1800	30	12,5	12,4863	1	11,9950	0,0067	0,0133	0,0011	34,843	33,637
1	3600	30	10	9,9890	1	11,8950	0,0033	0,0133	0,0008	27,875	26,909
2	7200	30	9	8,9901	1	11,8450	0,0016	0,0133	0,0005	25,087	24,218
4	14400	30	7	6,9923	1	11,7950	0,0008	0,0133	0,0004	19,512	18,837
8	28800	30	5,5	5,4940	1	11,7850	0,0004	0,0133	0,0003	15,331	14,800
24	86400	30	2	1,9978	1	11,5250	0,0001	0,0133	0,0002	5,575	5,382



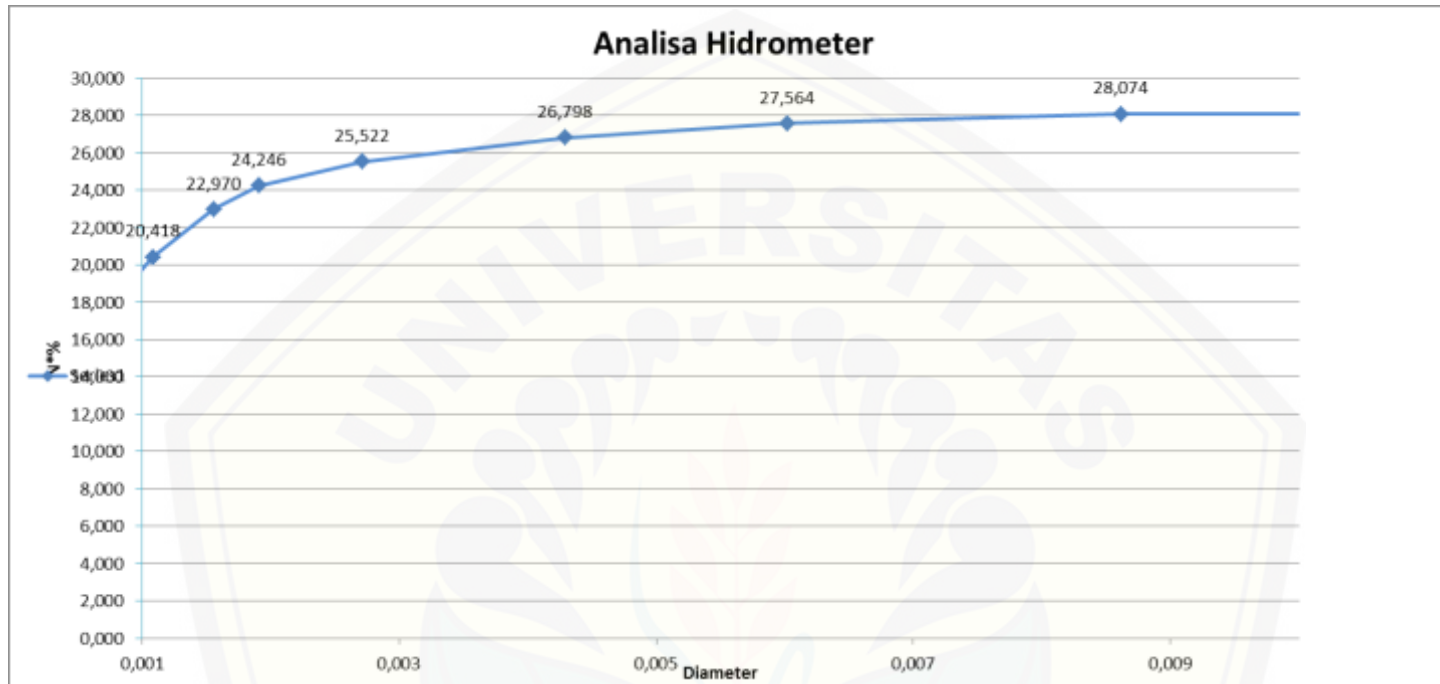
(2) Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Campuran (NaCl 5%)**ANALISIS HIDROMETER**

ELAPSED TIME		TEMP.	HYDROMETER READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L. COEFFICIENT	L/t	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
(t)	(t)	(T)	(Ra)	(Rc)	(R)	(L)	(L/t)	(K)	(D)	(N) %	(N') %
0,25	15	30	17	16,9813	1	12,7450	0,8497	0,0133	0,0123	47,387	43,346
0,5	30	30	17	16,9813	1	12,5950	0,4198	0,0133	0,0086	47,387	43,346
1	60	30	16,5	16,4819	1	12,2950	0,2049	0,0133	0,0060	45,993	42,071
2	120	30	15,5	15,4830	1	12,4850	0,1040	0,0133	0,0043	43,206	39,521
5	300	30	12,5	12,4863	1	12,4750	0,0416	0,0133	0,0027	34,843	31,872
10	600	30	12	11,9868	1	12,3950	0,0207	0,0133	0,0019	33,449	30,597
15	900	30	10	9,9890	1	12,3850	0,0138	0,0133	0,0016	27,875	25,497
30	1800	30	8	7,9912	1	11,9950	0,0067	0,0133	0,0011	22,300	20,398
1	3600	30	7	6,9923	1	11,8950	0,0033	0,0133	0,0008	19,512	17,848
2	7200	30	6	5,9934	1	11,8450	0,0016	0,0133	0,0005	16,725	15,298
4	14400	30	3,5	3,4962	1	11,7950	0,0008	0,0133	0,0004	9,756	8,924
8	28800	30	1,5	1,4984	1	11,7850	0,0004	0,0133	0,0003	4,181	3,825
24	86400	30	1,5	1,4984	1	11,5250	0,0001	0,0133	0,0002	4,181	3,825



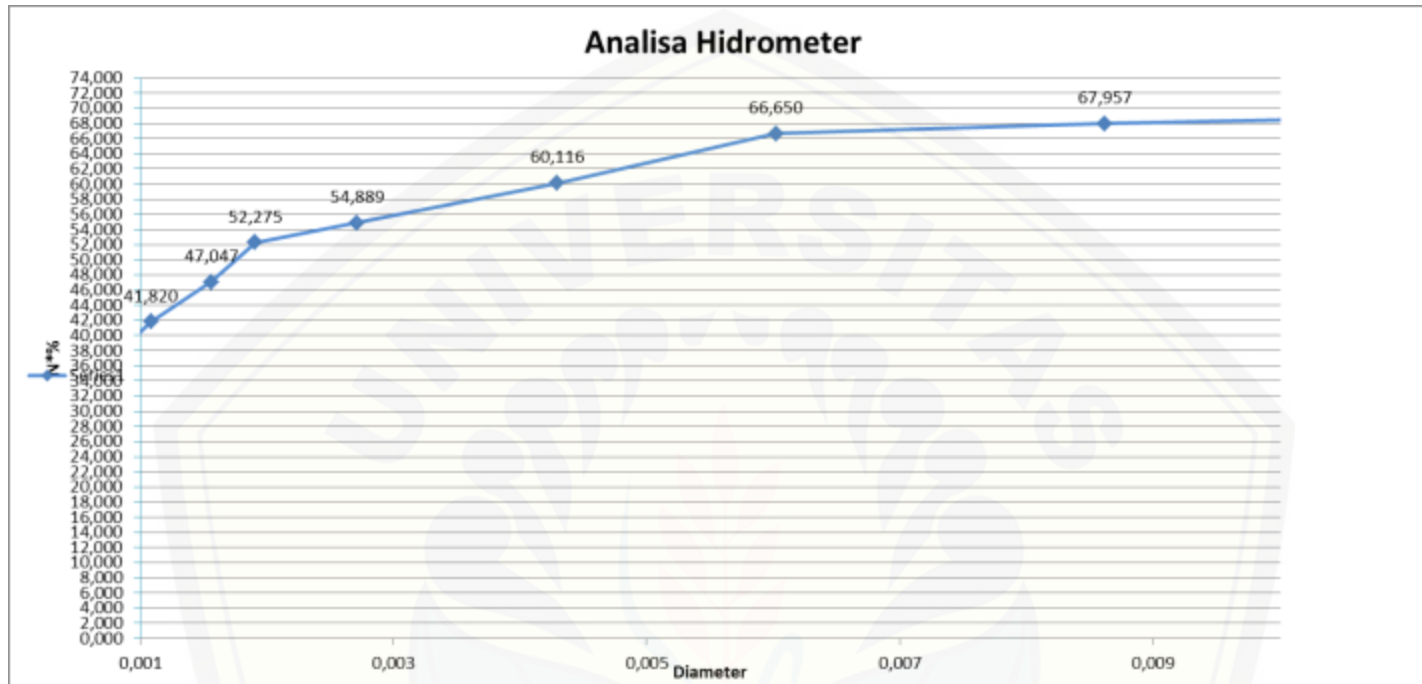
(3) Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Campuran (NaCl 10%)**ANALISIS HIDROMETER**

ELAPSED TIME		TEMP.	HYDROMETER READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L. COEFFICIENT	L/t	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
(Menit)	(Detik)	(T)	(Ra)	(Rc)	(R)	(L)	(L/t)	(K)	(D)	(N) %	(N') %
0,25	15	30	11	10,9879	1	12,7450	0,8497	0,0133	0,0123	30,662	28,074
0,5	30	30	11	10,9879	1	12,5950	0,4198	0,0133	0,0086	30,662	28,074
1	60	30	10,8	10,7881	1	12,2950	0,2049	0,0133	0,0060	30,105	27,564
2	120	30	10,5	10,4885	1	12,4850	0,1040	0,0133	0,0043	29,268	26,798
5	300	30	10	9,9890	1	12,4750	0,0416	0,0133	0,0027	27,875	25,522
10	600	30	9,5	9,4896	1	12,3950	0,0207	0,0133	0,0019	26,481	24,246
15	900	30	9	8,9901	1	12,3850	0,0138	0,0133	0,0016	25,087	22,970
30	1800	30	8	7,9912	1	11,9950	0,0067	0,0133	0,0011	22,300	20,418
1	3600	30	7	6,9923	1	11,8950	0,0033	0,0133	0,0008	19,512	17,865
2	7200	30	6,2	6,1932	1	11,8450	0,0016	0,0133	0,0005	17,282	15,824
4	14400	30	3,5	3,4962	1	11,7950	0,0008	0,0133	0,0004	9,756	8,933
8	28800	30	2	1,9978	1	11,7850	0,0004	0,0133	0,0003	5,575	5,104
24	86400	30	1,5	1,4984	1	11,5250	0,0001	0,0133	0,0002	4,181	3,828



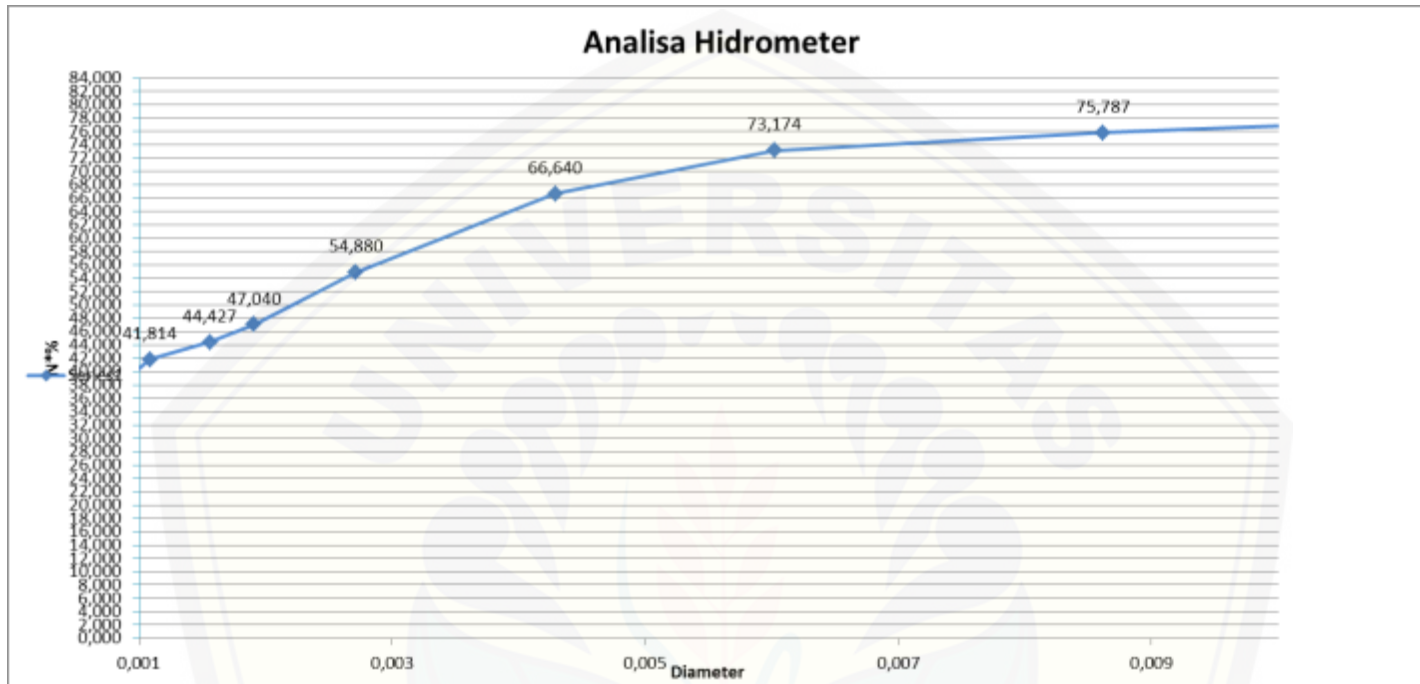
(4) Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Campuran (NaCl 15%)**ANALISIS HIDROMETER**

ELAPSED TIME		TEMP.	HYDROMETER READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L. COFFICIENT	L/t	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
(Menit)	(Detik)	(T)	(Ra)	(Rc)	(R)	(L)	(L/t)	(K)	(D)	(N) %	(N') %
0,25	15	30	26,5	26,4709	1	12,7450	0,8497	0,0133	0,0123	73,868	69,264
0,5	30	30	26	25,9714	1	12,5950	0,4198	0,0133	0,0086	72,474	67,957
1	60	30	25,5	25,4720	1	12,2950	0,2049	0,0133	0,0060	71,080	66,650
2	120	30	23	22,9747	1	12,4850	0,1040	0,0133	0,0043	64,111	60,116
5	300	30	21	20,9769	1	12,4750	0,0416	0,0133	0,0027	58,537	54,889
10	600	30	20	19,9780	1	12,3950	0,0207	0,0133	0,0019	55,749	52,275
15	900	30	18	17,9802	1	12,3850	0,0138	0,0133	0,0016	50,174	47,047
30	1800	30	16	15,9824	1	11,9950	0,0067	0,0133	0,0011	44,599	41,820
1	3600	30	14	13,9846	1	11,8950	0,0033	0,0133	0,0008	39,024	36,592
2	7200	30	11	10,9879	1	11,8450	0,0016	0,0133	0,0005	30,662	28,751
4	14400	30	8	7,9912	1	11,7950	0,0008	0,0133	0,0004	22,300	20,910
8	28800	30	6	5,9934	1	11,7850	0,0004	0,0133	0,0003	16,725	15,682
24	86400	30	3	2,9967	1	11,5250	0,0001	0,0133	0,0002	8,362	7,841



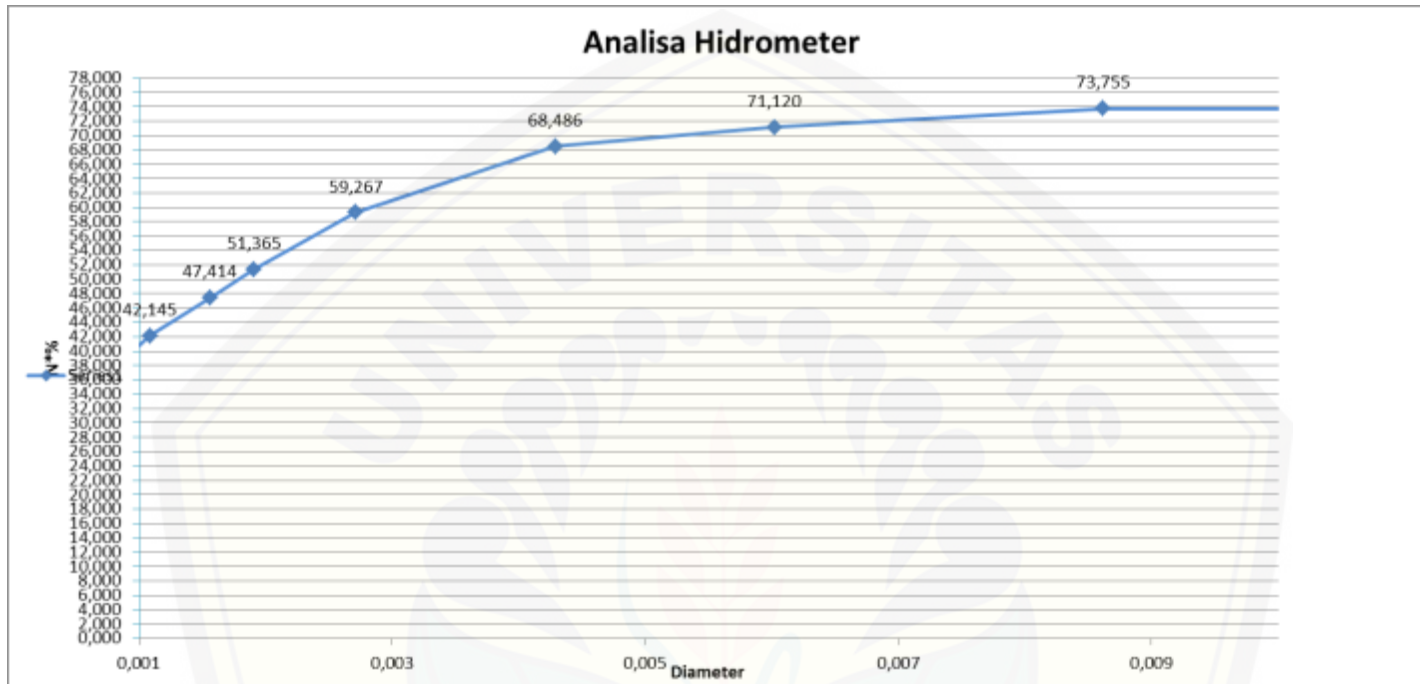
(5) Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Campuran (NaCl 20%)**ANALISIS HIDROMETER**

ELAPSED TIME		TEMP.	HYDROMETER READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L. COEFFICIENT	L/t	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
(t)	(t)	(T)	(Ra)	(Rc)	(R)	(L)	(L/t)	(K)	(D)	(N) %	(N') %
0,25	15	30	30	29,9670	1	12,7450	0,8497	0,0133	0,0123	83,624	78,401
0,5	30	30	29	28,9681	1	12,5950	0,4198	0,0133	0,0086	80,836	75,787
1	60	30	28	27,9692	1	12,2950	0,2049	0,0133	0,0060	78,049	73,174
2	120	30	25,5	25,4720	1	12,4850	0,1040	0,0133	0,0043	71,080	66,640
5	300	30	21	20,9769	1	12,4750	0,0416	0,0133	0,0027	58,537	54,880
10	600	30	18	17,9802	1	12,3950	0,0207	0,0133	0,0019	50,174	47,040
15	900	30	17	16,9813	1	12,3850	0,0138	0,0133	0,0016	47,387	44,427
30	1800	30	16	15,9824	1	11,9950	0,0067	0,0133	0,0011	44,599	41,814
1	3600	30	14	13,9846	1	11,8950	0,0033	0,0133	0,0008	39,024	36,587
2	7200	30	13	12,9857	1	11,8450	0,0016	0,0133	0,0005	36,237	33,974
4	14400	30	12	11,9868	1	11,7950	0,0008	0,0133	0,0004	33,449	31,360
8	28800	30	11	10,9879	1	11,7850	0,0004	0,0133	0,0003	30,662	28,747
24	86400	30	9	8,9901	1	11,5250	0,0001	0,0133	0,0002	25,087	23,520



(6) Pengujian Analisa Hidrometer Tanah Campuran (NaCl 25%)**ANALISIS HIDROMETER**

ELAPSED TIME		TEMP.	HYDROMETER READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L. COEFFICIENT	L/t	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
(t)	(t)	(T)	(Ra)	(Rc)	(R)	(L)	(L/t)	(K)	(D)	(N) %	(N') %
0,25	15	30	28	27,9692	1	12,7450	0,8497	0,0133	0,0123	78,049	73,755
0,5	30	30	28	27,9692	1	12,5950	0,4198	0,0133	0,0086	78,049	73,755
1	60	30	27	26,9703	1	12,2950	0,2049	0,0133	0,0060	75,261	71,120
2	120	30	26	25,9714	1	12,4850	0,1040	0,0133	0,0043	72,474	68,486
5	300	30	22,5	22,4753	1	12,4750	0,0416	0,0133	0,0027	62,718	59,267
10	600	30	19,5	19,4786	1	12,3950	0,0207	0,0133	0,0019	54,355	51,365
15	900	30	18	17,9802	1	12,3850	0,0138	0,0133	0,0016	50,174	47,414
30	1800	30	16	15,9824	1	11,9950	0,0067	0,0133	0,0011	44,599	42,145
1	3600	30	14	13,9846	1	11,8950	0,0033	0,0133	0,0008	39,024	36,877
2	7200	30	12,5	12,4863	1	11,8450	0,0016	0,0133	0,0005	34,843	32,926
4	14400	30	11,5	11,4874	1	11,7950	0,0008	0,0133	0,0004	32,056	30,292
8	28800	30	8,5	8,4907	1	11,7850	0,0004	0,0133	0,0003	23,693	22,390
24	86400	30	3,5	3,4962	1	11,5250	0,0001	0,0133	0,0002	9,756	9,219



LAMPIRAN H
PENGUJIAN *FREE SWELL*

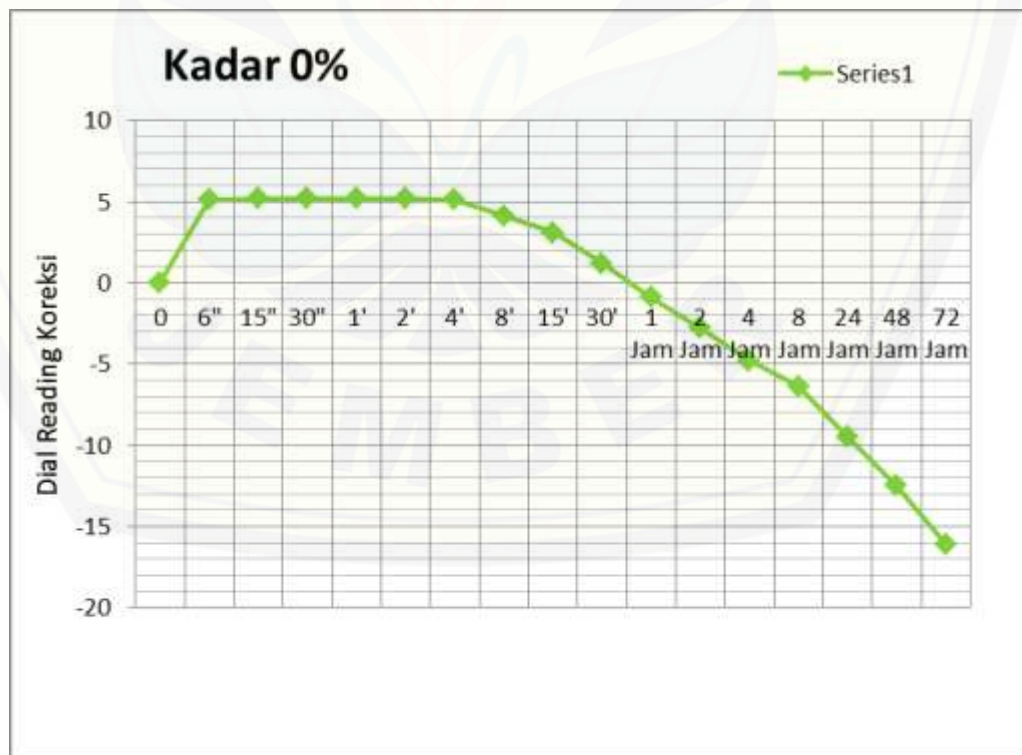
A. Dokumentasi Pengujian Potensi Pengembangan (*Free Swell*)



C. Tabel Hasil Pengujian Potensi Pengembangan (*Free Swell*)

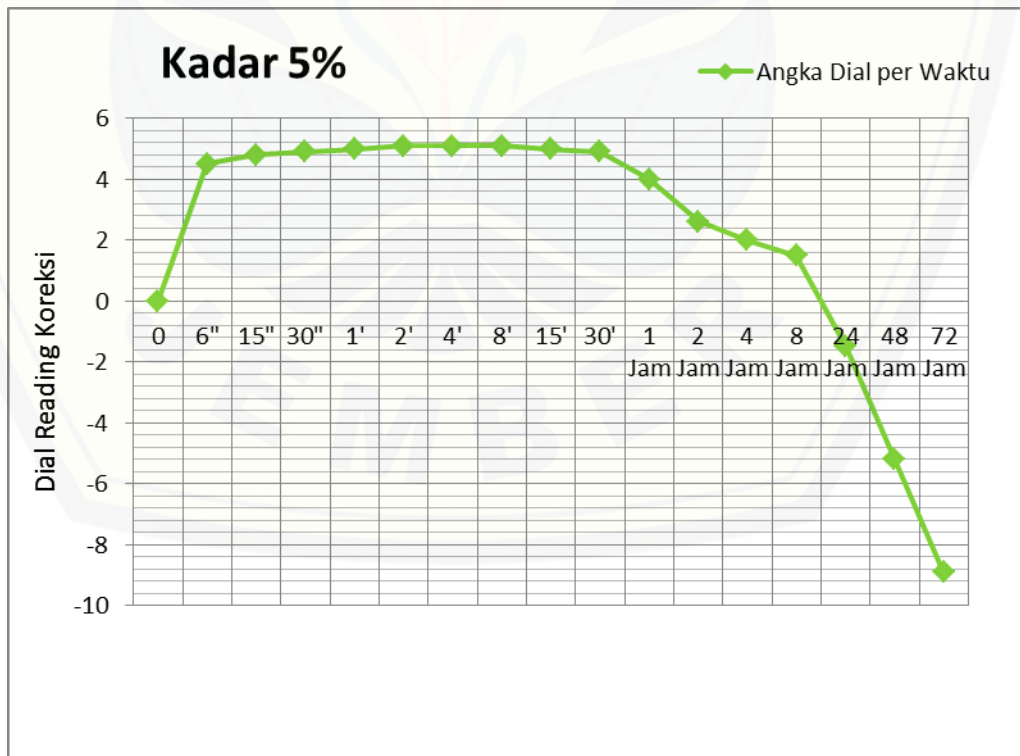
(1) Pengujian Potensi Pengembangan (*Free Swell*) Tanah Asli (NaCl 0%)

Beban	Waktu	Pembacaan Dial	Keterangan
415 gram	0	0	Swelling %
	6"	5,1	1,521428571
	15"	5,2	
	30"	5,2	
	1'	5,2	
	2'	5,2	
	4'	5,1	
	8'	4,1	
	15'	3,1	
	30'	1,2	
	1 Jam	-0,9	
	2 Jam	-2,8	
	4 Jam	-4,8	
	8 Jam	-6,4	
	24 Jam	-9,5	
	48 Jam	-12,5	
72 Jam	-16,1		



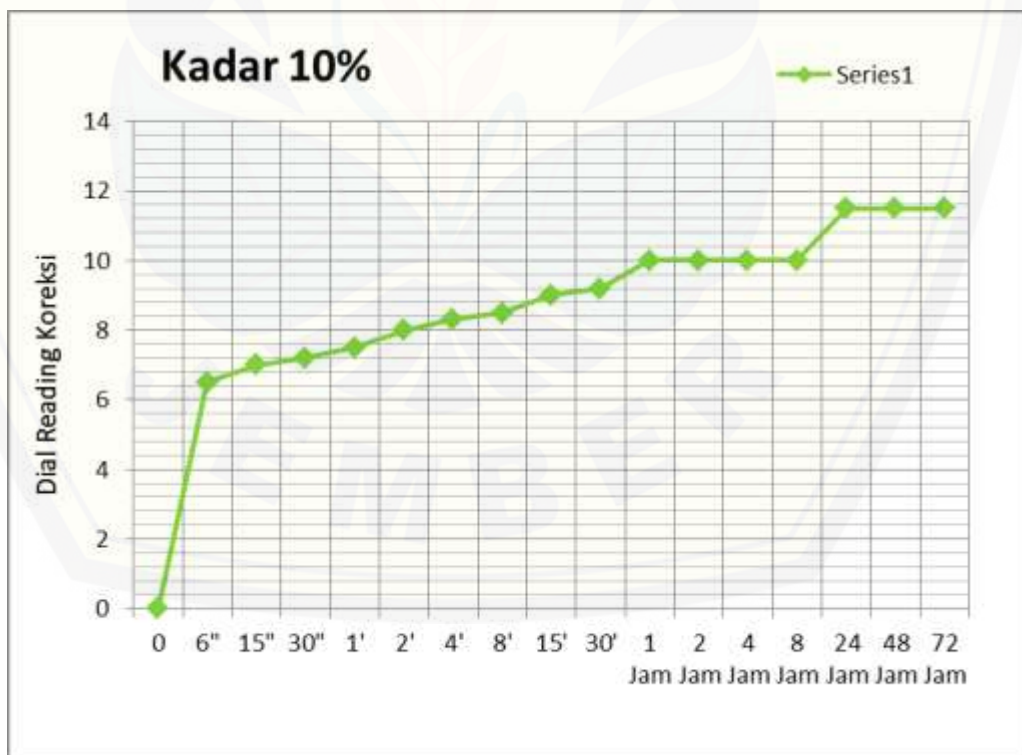
(2) Pengujian Potensi Pengembangan (*Free Swell*) Tanah Campuran (NaCl 5%)

Beban	Waktu	Pembacaan Dial	Keterangan
415 gram	0	0	Swelling %
	6"	4,5	0,992857143
	15"	4,8	
	30"	4,9	
	1'	5	
	2'	5,1	
	4'	5,1	
	8'	5,1	
	15'	5	
	30'	4,9	
	1 Jam	4	
	2 Jam	2,6	
	4 Jam	2,01	
	8 Jam	1,5	
	24 Jam	-1,5	
	48 Jam	-5,2	
72 Jam	-8,9		



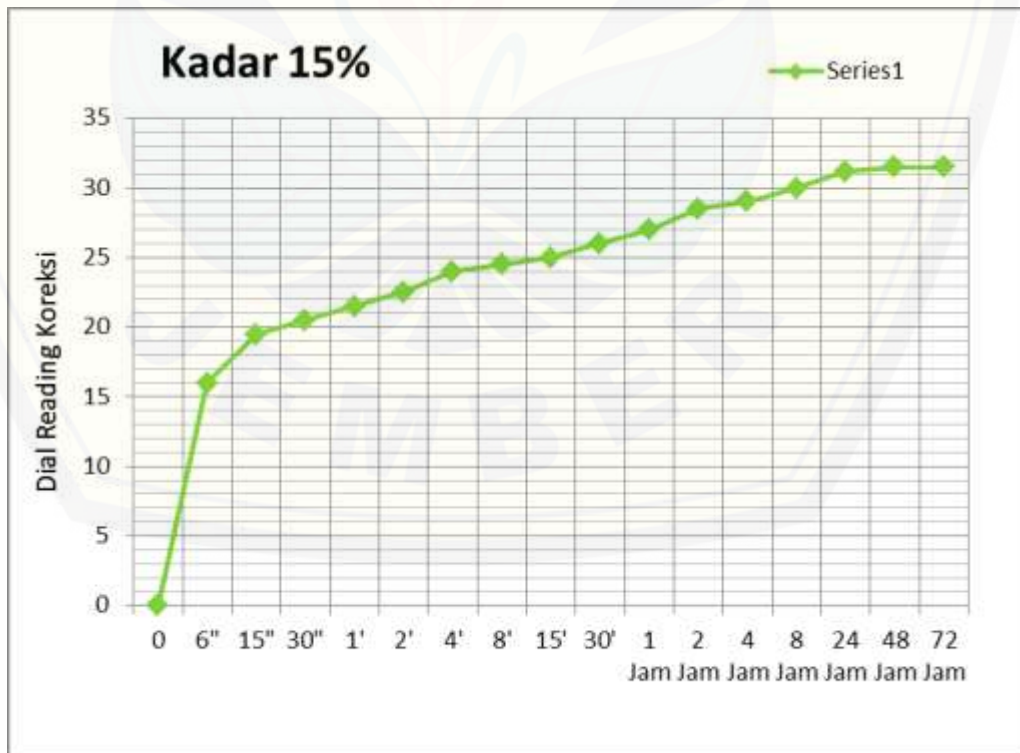
(3) Pengujian Analisa Saringan Basah Tanah Campuran (NaCl 10%)

Beban	Waktu	Pembacaan Dial	Keterangan
415 gram	0	0	Tidak Swelling
	6"	6,5	
	15"	7	
	30"	7,2	
	1'	7,5	
	2'	8	
	4'	8,3	
	8'	8,5	
	15'	9	
	30'	9,2	
	1 Jam	10	
	2 Jam	10	
	4 Jam	10	
	8 Jam	10	
	24 Jam	11,5	
	48 Jam	11,5	
72 Jam	11,5		



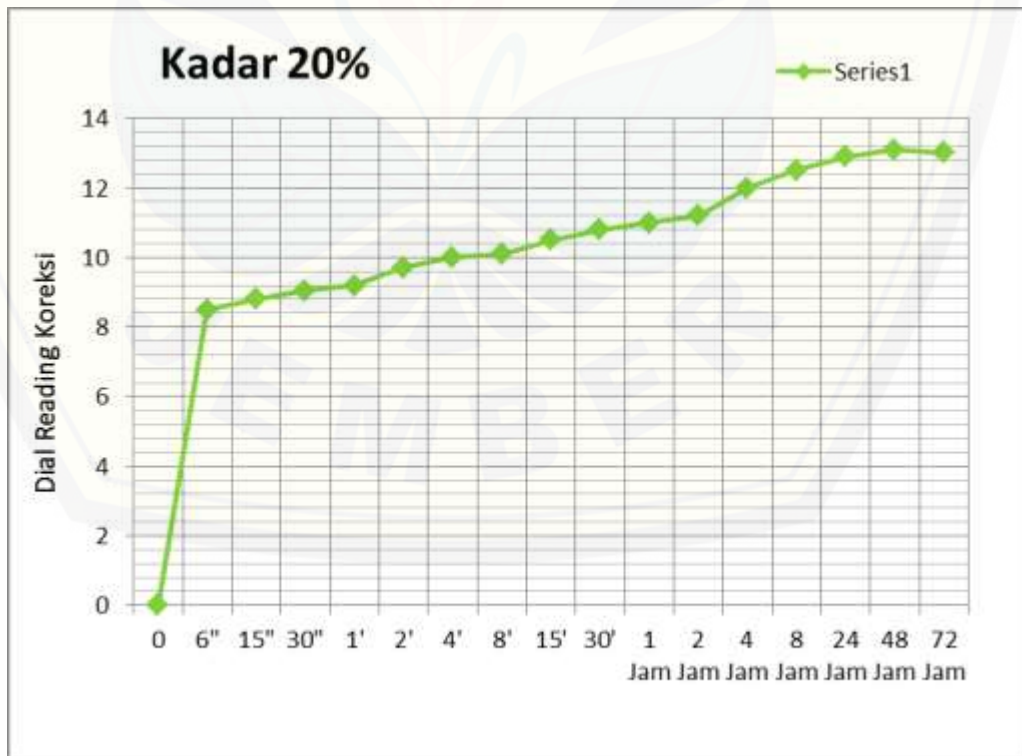
(4) Pengujian Potensi Pengembangan (*Free Swell*) Tanah Campuran (NaCl 15%)

Beban	Waktu	Pembacaan Dial	Keterangan
415 gram	0	0	Tidak Swelling
	6"	16	
	15"	19,5	
	30"	20,5	
	1'	21,5	
	2'	22,5	
	4'	24	
	8'	24,5	
	15'	25	
	30'	26	
	1 Jam	27	
	2 Jam	28,5	
	4 Jam	29	
	8 Jam	30	
	24 Jam	31,2	
48 Jam	31,5		
72 Jam	31,5		



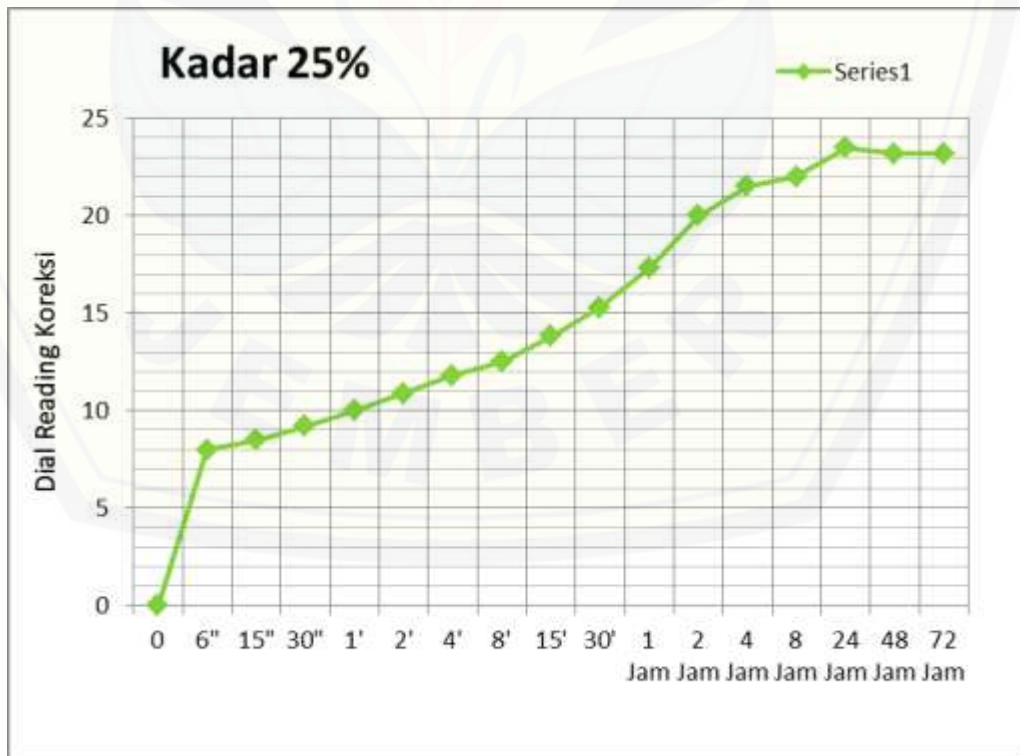
(5) Pengujian Potensi Pengembangan (*Free Swell*) Tanah Campuran (NaCl 20%)

Beban	Waktu	Pembacaan Dial	Keterangan
415 gram	0	0	Swelling %
	6"	8,5	0,007142857
	15"	8,8	
	30"	9,05	
	1'	9,2	
	2'	9,7	
	4'	10	
	8'	10,1	
	15'	10,5	
	30'	10,8	
	1 Jam	11	
	2 Jam	11,2	
	4 Jam	12	
	8 Jam	12,5	
	24 Jam	12,9	
	48 Jam	13,1	
72 Jam	13		



(6) Pengujian Potensi Pengembangan (*Free Swell*) Tanah Campuran (NaCl 25%)

Beban	Waktu	Pembacaan Dial	Keterangan
415 gram	0	0	Swelling %
	6"	8	0,021428571
	15"	8,5	
	30"	9,2	
	1'	10	
	2'	10,9	
	4'	11,8	
	8'	12,5	
	15'	13,8	
	30'	15,3	
	1 Jam	17,3	
	2 Jam	20	
	4 Jam	21,5	
	8 Jam	22	
	24 Jam	23,5	
	48 Jam	23,2	
72 Jam	23,2		



Dokumentasi Pengambilan Sampel

