

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 03	NOMER: 03	HALAMAN: 310 - 318	SURABAYA 2017	ISSN: 2252-5009
-------------------------------	---------------	--------------	-----------------------	------------------	--------------------

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

Universitas Negeri Surabaya

1. Gde Agus Yudha Prawira A, S.T., M.T.
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurus Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....i

DAFTAR ISI.....ii

- Vol. 03 Nomor 03/rekat/17 (2017)

ANALISIS NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TEST PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN STABILISASI KAPUR GAMPING GRESIK

Novi Dwi Pratama, Nur Andajani, 01 – 08

ANALISIS HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN BEBAN GEMPA SNI 1726-2012 DAN PERHITUNGAN BETON SNI 2847-2013

Ferry Sandrian, Sutikno, 09 – 16

MODIFIKASI PERENCANAAN GEDUNG KANTOR BNL PATERN SURABAYA MENGGUNAKAN METODE BALOK PRATEKAN DENGAN BERDASARKAN SNI 2847:2013

Tono Siswanto, Mochamad Firmansyah S., 17 – 26

ANALISA PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN KONSTRUKSI GEDUNG GRAHA ATMAJA SURABAYA MENGGUNAKAN SNI GEMPA 1726-2002 DAN SNI GEMPA 1726-2012

Erick Ryananda Yulistiya, Sutikno, 27 – 32

ANALISIS PENINGKATAN RUAS JALAN MOJOSARI-PANDANARUM KM 42+435-51+732 KABUPATEN MOJOKERTO JAWA TIMUR

Andik Setiawan, Purwo Mahardi, 33 – 38

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT KERANG DARAH DAN SLUDGE INDUSTRI KERTAS SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN PENAMBAHAN CONPLAST WP 421 DAN MONOMER PADA PEMBUATAN BATAKO

Thobagus Rodhi Firdaus, Mas Suryanto, 39 – 46

ANALISIS PEMAMPATAN WAKTU TERHADAP BIAYA PADA PEMBANGUNAN *MY TOWER HOTEL & APARTMENT PROJECT* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF* (TCTO)

Aulia Putri Andhita, Hasan Dani, 47 – 55

ANALISIS MANFAAT-BIAYA PEMBANGUNAN JALAN AKSES DAN JEMBATAN MASTRIJ-JAMBANGAN

Irwan Fachri Muannas, Purwo Mahardi, 56 – 62

PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 8 M DAN 10 M

Laras Sukmawati Yuwono, Arie Wardhono, 63 – 69

PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG DENGAN MOLARITAS 12 M DAN 14 M

Rifky Farandy Pramudita, Arie Wardhono, 70 – 76

PENGARUH LAMA PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER MEMANFAATKAN FLY ASH DENGAN MOLARITAS 8M DAN 10M

Danan Jaya Tri Yanuar, Arie Wardhono, 77 – 83

ANALISA PERKIRAAN TOTAL WAKTU DAN BIAYA PROYEK DENGAN MENGGUNAKAN METODE COST SCHEDULE CONTROL SYSTEM CRITERIA (C/S-CSC) PADA PELAKSANAAN STRUKTUR PEMBANGUNAN FASUM (FASILITAS UMUM) DAN FASOS (FASILITAS SOSIAL) PT. INDUSTRI GULA GLENMORE KABUPATEN BANYUWANGI

Priestianti Diandra, Mas Suryanto HS., 84 – 90

IDENTIFIKASI DAN ANALISA RISIKO KONSTRUKSI YANG MEMPENGARUHI MUTU DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS DAN FAULT TREE ANALYSIS PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN GRAND SUNGKONO LAGOON SURABAYA

Trisna Anggi Prasetya, Mas Suryanto HS., 91 – 98

PENGARUH LAMA PEMANASAN TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER DENGAN MOLARITAS TINGGI

Rizky Ismantoro Putra, Arie Wardhono., 99 – 104

PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU (*BAGASSE ASH*) PADA KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR STRUKTUR BALOK

Aris Widodo, Sutikno, 105 – 111

EFISIENSI BIAYA PEMBESIAN BERDASARKAN BESTAT PADA PEKERJAAN PIER JEMBATAN TOL *SUMO MAIN ROAD STA 12+266.746* DI PT WIJAYA KARYA (Persero) Tbk.

Widhitya Haryoko, Bambang Sabariman, 112 – 118

“PENERAPAN STATISTICAL PROCESS CONTROL UNTUK PENGENDALIAN MUTU SEMEN DI PT. SEMEN INDONESIA”

<i>Dwi Sagti Nur Yunita, Hasan Dani,</i>	119 – 130
PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH MARMER TERHADAP POTENSIAL SWELLING PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH DRIYOREJO	
<i>Dian Rokhmatika Siregar, Nur Andajani,</i>	131 – 137
SUDI KELAYAKAN ASPEK FINANSIAL PEMBANGUNAN PASAR SAYUR BARU DI KABUPATEN MAGETAN	
<i>Syahrul Rizal Nur Afan, Mas Suryanto H.s,</i>	138 – 144
STUDI KELAYAKAN INVESTASI HUNIAN RUMAH SUSUN DI DESA MOJOSARIKEO KEC. DRIYOREJO KAB. GRESIK DITINJAU DARI ASPEK FINANSIAL	
<i>Nurlaili Khasanatus Salis, Mas Suryanto H.s,</i>	145 – 154
“PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN TROUGH PRATT TRUSS TIGA TUMPUAN”	
<i>Reissa Rachmania, Sutikno,</i>	155 – 167
PENGARUH PENGGUNAAN COPPER SLAG SEBAGAI PENGANTI PASIR TERHADAP KUALITAS GENTENG BETON SESUAI SNI 0096:2007	
<i>Dyah Wahyuningtyas, Suprapto,</i>	168 – 174
PENGARUH PENGGUNAAN COPPER SLAG SEBAGAI PENGANTI PASIR (<i>FINE AGGREGATE</i>) PADA CAMPURAN <i>PAVING BLOCK</i>	
<i>Lianita Kurniawati, Suprapto,</i>	175 – 180
“PENGARUH NORMALISASI KALI SADAR TERHADAP SISTEM DRAINASE PENGENDALIAN BANJIR WILAYAH KECAMATAN MOJOANYAR KABUPATEN MOJOKERTO”	
<i>Beba Shonia Nur A’zhami, Kusnan,</i>	181 – 191
PENERAPAN STATISTICAL PROCESS CONTROL UNTUK PENGENDALIAN MUTU BETON <i>READY MIX</i> DI PT. MERAK JAYA BETON	
<i>Sonia Ariyanti, Mas Suryanto HS.,</i>	192 – 201

ANALISIS PERBANDINGAN PERENCANAAN TEBAL LAPIS TAMBAH DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN BINA MARGA 2013 DAN AASHTO 1993
(Studi Kasus : Ruas Jl. Kalianak Osowilangun, Kecamatan Benowo, Surabaya)

- Faradita Alfianti, Purwo Mahardi,* 202 – 208
“UPAYA PENINGKATAN PENGELOLAAN KARAKTERISTIK SAMPAH RUMAH TANGGA DI KELURAHAN PERAK TIMUR SURABAYA UTARA”
- Feby Ariawan, AriTonang,* 209 – 217
ANALISIS PENGGUNAAN PANEL GLASSFIBER REINFORCED CEMENT (GRC) SEBAGAI PENGGANTI DINDING PRECAST DITINJAU DARI SEGI BIAYA, MUTU, DAN WAKTU PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMENT VENETIAN TOWER GRAND SUNGKONO LAGOON, SURABAYA
- Lailatus Sholihatul Ula, Mas Suryanto H.S.,* 218 – 223
PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BATA RINGAN PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI DAERAH WIYUNG SURABAYA TERHADAP NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
- Kwani Eka Gustin, Machfud Ridwan.,* 224 – 230
 PENGGUNAAN BULU AYAM HORN SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SERAT FIBER PADA CAMPURAN GRC (*GLASSFIBRE REINFORCED CEMENT*) PANEL DINDING TERHADAP UJI KEMAMPUAN MEKANIS
- Helsa Adeayu Kumala Putri, Arie Wardhono,* 231 – 237
 PENGGUNAAN POTONGAN SERAT BAMBU ORI SEBAGAI BAHAN PENGGANTI *GLASSFIBER* PADA PEMBUATAN CAMPURAN PANEL DINDING GRC (*GLASSFIBER REINFORCED CEMENT*) TERHADAP UJI KEMAMPUAN MEKANIS
- Riski Dany Saputra, Arie Wardhono,* 238 – 247
 PENGGUNAAN LIMBAH SERABUT KELAPA SEBAGAI PENGGANTI SERAT FIBER PADA PEMBUATAN PANEL DINDING *GLASSFIBER REINFORCED CEMENT*
- Iqhbala Shiddiq, Arie Wardhono,* 248 – 259

STUDI VALUE ENGINEERING PADA PEMBANGUNAN *MY TOWER HOTEL& APARTMENT PROJECT*
PT. SURYA BANGUN PERSADA INDAH (Jl. Rungkut Industri No.4 Surabaya)

<i>Elsa Widya Khinanti, Hasan Dani,</i>	260 – 268
ANALISIS PENERAPAN MANAJEMEN MUTU ISO 9001:2008 PADA BETON PRECAST DI PT. <i>WASKITA PRECAST PLANT SIDOARJO</i>	
<i>Linda Heni Dwi Pratiwi, Mas Suryanto HS,</i>	269 – 278
PENGARUH HIBRIDASI ANTARA SERAT BAJA DAN <i>POLYPROPYLENE</i> PADA PEMBUATAN BETON MUTU NORMAL DENGAN <i>COPPER SLAG</i> SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR	
<i>Moch. Abdul Ghofur, Yogie Risdianto,</i>	279 – 284
STUDI VALUE ENGINEERING TAHAP DESAIN PROYEK PEMBANGUNAN PUNCAK CENTRAL <i>BUSINEES DISTRICT (CBD) SURABAYA</i>	
<i>Elvina Dwi Yustisia, Mas Suryanto,</i>	285 – 291
PENERAPAN SISTEM MANAJEMEN MUTU ISO 9001:2008 TERHADAP REALISASI PRODUK BETON <i>READY MIX</i> DI PT. SCG JAYAMIX	
<i>Hana Aulia Rahma, Mas Suryanto HS,</i>	292– 302
ANALISA KARAKTERISTIK MARSHALL LAPISAN ASPAL BETON AC-BC DAN ATB DENGAN TAMBAHAN ABU BATU SEBAGAI FILLER	
<i>Irfan Zhain, Purwo Mahardi</i>	303– 309
PENGARUH PENAMBAHAN ABU DASAR (<i>BOTTOM ASH</i>) PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP NILAI <i>CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)</i> TEST	
<i>Diza Witri Meidilla, Machfud Ridwan,</i>	310 – 318

PENGARUH PENAMBAHAN ABU DASAR (**BOTTOM ASH**) PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP NILAI **CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TEST**

Diza Witri Meidilla

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
Email: dizameidilla@mhs.unesa.ac.id

Machfud Ridwan

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
Email: Machfud.Unesa@gmail.com

ABSTRAK

Tanah lempung ekspansif mempunyai sifat kembang susut yang tinggi. Di Desa Banjarmelati Kecamatan Lakarsantri Surabaya merupakan tanah ekspansif. Untuk itu perlu dilakukan upaya perbaikan tanah pada daerah tersebut dilihat dari nilai CBR tanah.

Penelitian ini menggunakan stabilisasi kimia dengan penambahan limbah abu dasar dari PT. Wilmar Nabati Indonesia di Gresik. Abu dasar mengandung ion-ion positif diantaranya Ca^{2+} , K^+ , Mn^{2+} , Al^{3+} , Si^+ , Fe^{2+} yang dibutuhkan untuk berikatan dengan partikel lempung, dengan tujuan untuk meningkatkan nilai CBR tanah dasar. Variasi penambahan abu dasar sebanyak: 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Metodologi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan tes *atterberg*, tes pemandatan proctor standart dan tes *California Bearing Ratio* (CBR).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar penambahan abu dasar pada tanah lempung ekspansif maka nilai CBR akan semakin meningkat. Hasil nilai CBR untuk tanah lempung ekspansif dengan penambahan abu dasar sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% masing-masing adalah sebesar 3,13%, 3,33%, 4,18%, 5,57% dan 5,74%. Untuk memenuhi persyaratan CBR tanah dasar dengan nilai batas minimum CBR sebesar 4% maka dibutuhkan penambahan abu dasar sebesar 8,8 %. Sehingga tanah lempung ekspansif di Desa Banjarmelati Kecamatan Lakarsantri Surabaya dapat digunakan sebagai tanah dasar pada pembangunan jalan jika ditambah abu dasar sebesar 8,8%.

Kata Kunci: Tanah lempung ekspansif, Tanah dasar, Abu dasar, Stabilisasi kimia, *California Bearing Ratio*.

ABSTRACT

Expansive clay has a high shrinkage characters. In Desa Banjarmelati Lakarsantri Surabaya is an expansive soil classified. Therefore, it is necessary to make soil improvement efforts in that area seen from the soil values of CBR.

This research uses chemical stabilization with the addition of Bottom Ash from PT. Wilmar Nabati Indonesia in Gresik. Bottom Ash contains positive ions such as Ca^{2+} , K^+ , Mn^{2+} , Al^{3+} , Si^+ , Fe^{2+} required to bind to clay particles, in order to increase the soil values of CBR subgrade. Variations in the addition of Bottom Ash are: 0%, 5%, 10%, 15%, and 20%. The methodology used in this research is by performing atterberg test, standard proctor compaction test and California Bearing Ratio (CBR) test.

Research result showed that the greater addition of Bottom Ash on expansive clay than the soil values of CBR will increase. The results of CBR values for expansive clays with the addition of Bottom Ash of 0%, 5%, 10%, 15% and 20% respectively were 3.13%, 3.33%, 4.18%, 5.57% And 5.74%. To fulfill subgrade CBR requirements with a minimum 4% CBR value, it needs 8,8% addition of Bottom Ash. So that expansive clay soil in Desa Banjarmelati Lakarsantri Surabaya can be used as subgrade if added 8,8% of bottom ash.

Keywords: *Expansive clay, Subgrade, Bottom Ash, Chemical stabilization, California Bearing Ratio.*

Universitas Negeri Surabaya

PENDAHULUAN

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1991:1).

Mineral lempung merupakan suatu golongan butir tertentu yang menghasilkan sifat khusus pada tanah yang mengandung mineral lempung. Jenis mineral lempung yang paling terkenal adalah kaolinite, illite, dan montmorillonite. Montmorillonite memiliki sifat aktivitas tinggi, illite memiliki aktivitas sedang, dan kaolinite memiliki sifat aktivitas rendah (Wesley, 2012:5).

Umumnya partikel-partikel tanah lempung mempunyai muatan negatif pada permukaannya. Pada lempung-lempung yang kering, muatan negatif di permukaan dinetralkan oleh adanya *exchangable cations* (ion-ion positif yang mudah berganti dengan yang lain) seperti ion-ion Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , dan K^+ yang mengelilingi partikel lempung tersebut dan terikat pada partikel oleh gaya tarik menarik elektrostatik. Bila air kemudian ditambahkan kepada lempung tersebut, kation-kation tersebut dan sejumlah kecil anion-anion (ion bermuatan negatif) akan berenang di partikel-partikel itu (Das, 1991:12).

Tanah ekspansif (*expansive soil*) adalah istilah yang digunakan pada tanah yang mempunyai potensi pengembangan atau penyusutan yang tinggi oleh pengaruh perubahan kadar air. Tanah ekspansif akan menyusut bila kadar air berkurang, dan sebaliknya akan mengembang bila kadar air bertambah (Hardiyatmo, 2014:1).

Klasifikasi tanah ekspansif dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Sistem Klasifikasi Tanah Ekspansif

Klasifikasi Swelling	LL (%)	SL (%)	IP (%)	Swelling Potential (%)
Lemah	< 30	> 15	0 – 15	0 – 1,5
Sedang	30 – 40	10 – 16	15 – 25	1,5 – 5
Tinggi	40 – 60	7 – 12	25 – 55	5 – 25
Sangat Tinggi	> 60	< 11	> 55	> 25

Sumber : Carter and Bentley (1991) dalam Faudin (2007)

Di daerah Surabaya Barat tepatnya di Desa Banjarmelati Kecamatan Lakarsantri merupakan tanah ekspansif. Gejala awal yang dijumpai di tempat tersebut adalah retakan/ rekanan tanah disekitar wilayah tersebut. Retakan dapat didefinisikan sebagai susut tanah yang terjadi akibat pemanasan dan akan mengembang jika tanah jenuh terhadap air. Hal tersebut tentunya dapat mempengaruhi kontruksi jalan yang akan dibangun.

Perkerasan jalan raya dibuat berlapis-lapis bertujuan untuk menerima beban kendaraan yang melaluinya dan

meneruskan kelapisan dibawahnya. Menurut Tenriajeng (1994), lapisan-lapisan pembentuk perkerasan jalan raya terdiri dari Lapisan Permukaan (*Surface Course*), Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*), Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*), Lapisan Tanah dasar (*Subgrade*).

Menurut Bowles (1984), "stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu atau kombinasi dari pekerjaan mekanis dan bahan pencampur (*additiver*)."

Menurut Hardiyatmo (2010) stabilisasi tanah dapat dibagi menjadi dua, yaitu Stabilisasi Mekanis dan Stabilisasi Dengan Menggunakan Bahan-Tambah (Stabilisasi Kimia). Stabilisasi dengan menggunakan bahan tambah atau sering disebut juga stabilisasi kimiawi bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah, dengan cara mencampur tanah dengan menggunakan bahan tambah dengan perbandingan tertentu. Contoh-contoh bahan tambah adalah: kapur, semen portland, abu terbang (*fly ash*), aspal (*bitumen*) dan lain-lain.

Menurut Muhardi dan Syawal, batu bara banyak digunakan sebagai bahan bakar dalam penghasil energi pada pembangkit tenaga listrik. Hasil pembakaran batu bara ini menghasilkan sisa pembakaran berupa abu yang dapat dikategorikan ke dalam dua bentuk, yaitu abu dasar (*bottom ash*) dan abu terbang (*fly ash*). Abu dasar mempunyai ukuran partikel lebih besar dan lebih berat dari pada abu terbang, sehingga abu dasar akan jatuh pada dasar tungku pembakaran dan terkumpul pada penampungan debu.

PT. Wilmar Nabati Indonesia menghasilkan sebanyak 2 hingga 3 ton Limbah *Bottom Ash* setiap harinya. Limbah tersebut berasal dari pembakaran batu bara untuk operasional alat produksi minyak goreng berbahan kelapa sawit. Limbah *Bottom Ash* dari PT. Wilmar Nabati Indonesia biasanya dimanfaatkan untuk bahan baku pembuatan batu bata. Limbah *Bottom Ash* yang semula tidak bermanfaat mempunyai nilai ekonomis, dengan pengolahan limbah tersebut akan mengurangi pencemaran terhadap lingkungan sekitar PT. Wilmar Nabati Indonesia.

Setelah dilakukan pengujian material *bottom ash* yang dilakukan di Laboratorium Sentral Universitas Negeri Malang pada tanggal 3 Februari 2016, diketahui unsur kimia abu dasar seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Unsur Kimia Dari Abu Dasar (*Bottom Ash*)

Unsur Kimia	Percentase (%)	Unsur Kimia	Percentase (%)
Al	6.6 ± 0.02 %	Ni	0.26 ± 0.01 %
Si	18.2 ± 0.3 %	Cu	0.17 ± 0.003 %
K	2.05 ± 0.02 %	Zn	0.0 ± 0.007 %
Ca	22.5 ± 0.02 %	Sr	2.2 ± 0.07 %
Ti	2.31 ± 0.02 %	Zr	0.5 ± 0.2 %
V	0.12 ± 0.01 %	Mo	7.6 ± 0.4 %
Cr	0.12 ± 0.003 %	Ba	0.4 ± 0.05 %
Mn	0.34 ± 0.02 %	Eu	0.4 ± 0.08 %
Fe	35.9 ± 0.02 %	Re	0.4 ± 0.02 %

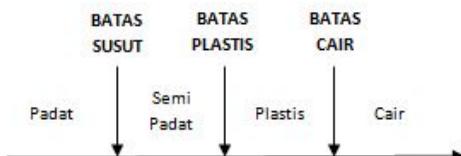
Sumber : Hasil tes laboratorium

Banyak lempung mengembang dengan besar apabila menjadi jenuh. Pengembangan ini dapat dikurangi dengan penggantian kation. *Bottom Ash* mengandung ion-ion positif diantaranya Ca^{2+} , K^+ , Mn^{2+} , Al^{3+} , Si^+ , Fe^{2+} yang dibutuhkan untuk berikatan dengan partikel lempung.

Konsistensi Tanah

Pada awal tahun 1900, seorang ilmuwan dari Swedia bernama Atterberg mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Bilamana kadar airnya sangat tinggi, campuran tanah dan air akan menjadi sangat lembek seperti cairan. Oleh karena itu, atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dipisahkan ke dalam empat keadaan dasar, yaitu: padat, semi padat, plastis, dan cair (Das, 1991:43).

Bagan hubungan batas cair LL, batas plastis PL serta batas susut SL disebut bagan batas-batas Atterberg, seperti ditunjukkan oleh Gambar berikut ini:



Gambar 1. Skema Batas-batas Atterberg

Sumber: Das, 1991

Liquid Limit (Batas Cair)

Batas cair adalah kadar air apabila galur bertaut sepanjang 13 mm dengan 25 putaran (Wesley, 2012:38).

Plastic Limit (Batas Plastis)

Batas plastis merupakan batas terendah dari tingkat keplastisan suatu tanah, didefinisikan sebagai kadar air

dan dinyatakan dalam persen, di mana tanah apabila digulung sampai dengan 1/8 inci (3,2 mm) menjadi retak-retak (Sutarman, 2009:6).

Plasticity Index (Indeks Plastisitas)

Menurut E. Sutarman (2009), *Plasticity Index* merupakan selisih antara batas cair dengan batas plastis suatu tanah.

$$\text{IP} = \text{LL} - \text{PL}$$

Dimana :

IP = indeks plastisitas (%)

LL = batas cair (%)

PL = batas plastis (%)

Berat jenis (Gs)

Berat Spesifik atau berat jenis (*specific gravity*) tanah (Gs) adalah angka perbandingan antara berat volume butir tanah (γ_s) dengan berat volume air suling (γ_w) pada volume yang sama dan suhu tertentu.

Kepadatan Ringan Tanah (*Standart Proctor*)

Pemadatan adalah proses yang memakai tenaga dinamik untuk menjadikan tanah lebih padat dan sekaligus mengeluarkan udara (Wesley, 2012:511). Pemadatan tanah di laboratorium dimaksudkan untuk menentukan kadar air optimum ($W_{c_{opt}}$) dan kepadatan kering maksimum ($y_{d_{max}}$).

California Bearing Ratio (CBR)

Berdasarkan SNI 1738-2011, CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan antara tegangan penetrasi suatu lapisan/bahan tanah atau perkerasan terhadap tegangan penetrasi bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama (dinyatakan dalam persen).

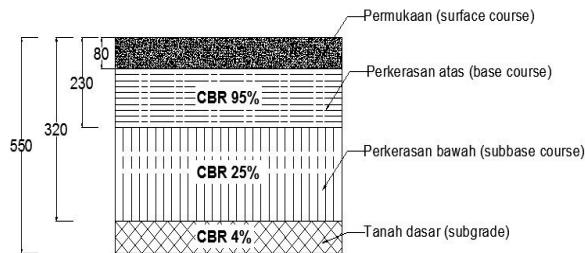
Klasifikasi Harga *California Bearing Ratio* (CBR) dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Klasifikasi Harga California Bearing Ratio (CBR)

CBR (%)	Description	User	Classification System	
			Unified	AASHTO
0 – 3	Very poor	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 – 7	Poor	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 – 20	Fair	Subbase	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A5, A6
20 – 30	Good	Base or Subbase	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-3, A3, A2-6
>30	Excellent	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Sumber: Bowles (1992) dalam Maulana (2013)

CBR tanpa rendaman/ unsoaked sering digunakan sebagai uji laboratorium karena menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan uji laboratorium dengan rendaman atau soaked.



Gambar 2. Lapisan Perkerasan Jalan Tanpa Rendaman (Unsoaked)

Sumber: SNI 03-1732-1989

Nilai CBR, dinyatakan dalam persen, diperoleh dengan membagi nilai beban terkoreksi pada penetrasi 2,54 mm (0,10 inci) dan 5,08 mm (0,20 inci) dengan beban standar secara berurutan sebesar 3000 Lbs dan 4500 Lbs, dan dikalikan dengan 100.

$$\text{CBR} = \frac{\text{Beban penetrasi terkoreksi}}{\text{Beban standar}} \times 100\%$$

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Mendapatkan peningkatan nilai *California Bearing Ratio (CBR)* pada tanah lempung ekspansif di daerah Lakarsantri Surabaya dengan menggunakan penambahan abu dasar (*bottom ash*) berdasarkan campuran yang telah ditentukan. (2) Mendapatkan komposisi penambahan abu dasar (*Bottom Ash*) yang memenuhi syarat nilai minimum *California Bearing Ratio (CBR)* unsoaked tanah dasar (*subgrade*) sebesar 4%. (3) Penelitian ini dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam perencanaan struktur perkerasan jalan diatas tanah lempung khususnya pada tanah dasar (*Subgrade*).

Batasan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Tanah lempung ekspansif yang diambil berasal dari Desa Banjarmelati Kecamatan Lakarsantri Surabaya. (2) *Bottom ash* yang diambil berasal dari PT. Wilmar Nabati Indonesia, Gresik. (3) Sampel benda uji penelitian terdiri dari tanah + 0% *Bottom ash*, tanah + 5% *Bottom ash*, tanah + 10% *Bottom ash*, tanah + 15% *Bottom ash*, tanah + 20% *Bottom ash*. (4) Pengujian *California Bearing ratio (CBR)* dilakukan tanpa proses perendaman (*unsoaked*). (5) Nilai γ_d max yang diperoleh dari *standart proctor test* sebagai kondisi awal kepadatan pada pengujian *California Bearing ratio (CBR)*.

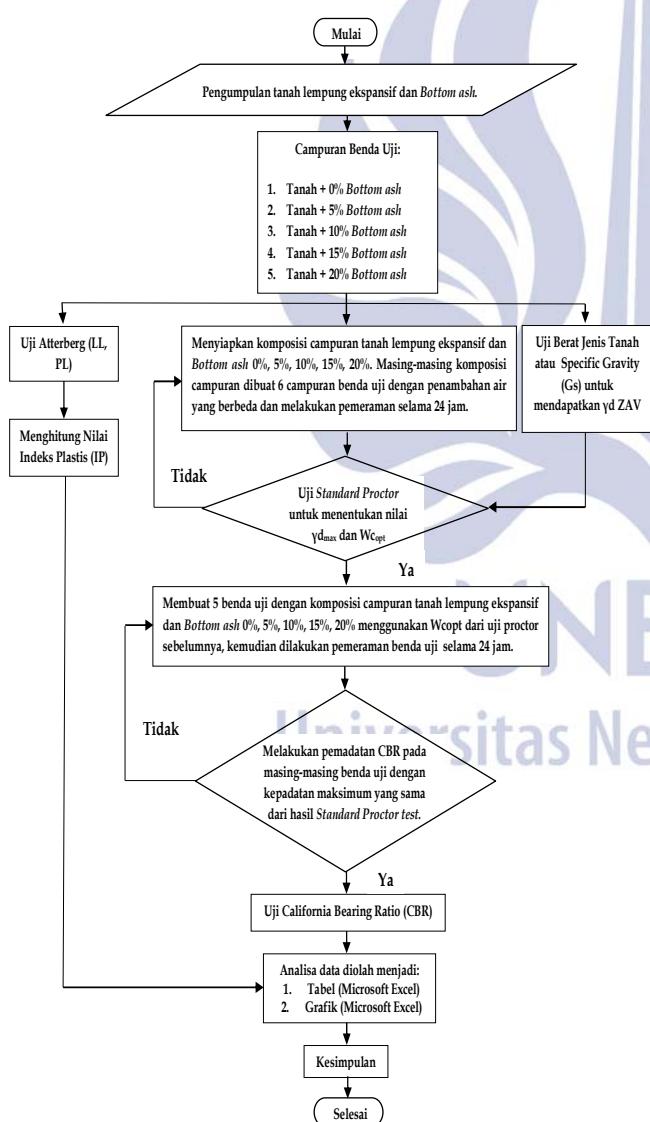
METODE

Penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian eksperimen stabilisasi tanah lempung ekspansif menggunakan campuran Abu dasar (*Bottom ash*). Faktor yang diteliti adalah faktor komposisi campuran tanah ekspansif dengan Abu dasar (*Bottom ash*) dengan

komposisi tanah + 0% *Bottom ash*, tanah + 5% *Bottom ash*, tanah + 10% *Bottom ash*, tanah + 15% *Bottom ash*, tanah + 20% *Bottom ash*. Kemudian dilakukan pengujian Atterberg, uji berat jenis, uji Proctor dan uji *California Bearing Ratio (CBR)* terhadap campuran tersebut.

Metode yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini dimulai dari Menyiapkan tanah lempung yang diambil dari Desa Banjarmelati Kecamatan Lakarsantri Surabaya. Melakukan penggalian sedalam ± 1 – 1,5 m sebelum mengambil tanah karena pada kedalaman tanah tersebut tanah tidak mengalami perubahan struktur dan terkontaminasi dengan zat-zat kimia lainnya. Sampel tanah lempung ekspansif diambil langsung dari lokasi dengan menggunakan cangkul kemudian dimasukkan ke dalam karung sebanyak ±150 Kg. Tanah yang telah diambil kemudian dijemur dan dihaluskan dengan alat penggiling. Menyiapkan *Bottom ash* yang diambil dari tempat penampungan limbah di PT. Wilmar Nabati Indonesia, Gresik. *Bottom ash* yang telah diambil kemudian dijemur. Membuat campuran benda uji yang terdiri dari tanah lempung dan *Bottom ash* yang telah dijemur dan dihaluskan. Campuran campuran benda uji tersebut dibuat dengan komposisi Tanah + 0% *Bottom ash*, Tanah + 5% *Bottom ash*, Tanah + 10% *Bottom ash*, Tanah + 15% *Bottom ash*, Tanah + 20% *Bottom ash*. Pada campuran campuran benda uji tersebut kemudian dilakukan pengujian Atterberg untuk mencari nilai Indeks Plastisitas (IP). Pengujian yang dilakukan meliputi batas cair atau *liquid limit (LL)* dan batas plastis atau *plastic limit (PL)*. Kemudian dilakukan pengujian berat jenis atau *specific gravity (Gs)* untuk mendapatkan nilai berat volume kering tanpa udara (γ_{dZAV}) yang akan diplotkan pada grafik *standard proctor test*. Menyiapkan campuran benda uji untuk uji proctor dengan komposisi Tanah + 0% *Bottom ash*, Tanah + 5% *Bottom ash*, Tanah + 10% *Bottom ash*, Tanah + 15% *Bottom ash*, Tanah + 20% *Bottom ash*, masing-masing komposisi campuran dibuat 6 campuran benda uji dengan penambahan air yang berbeda, kemudian dilakukan pemeraman campuran benda uji selama 24 jam. Setelah dilakukan pemeraman selama 24 jam, pada campuran benda uji tersebut dilakukan pengujian kepadatan tanah dengan *standard proctor*. Nilai yang diperoleh dari tes pemasatan yaitu berat volume kering (γ_d) dan kadar air (Wc). Nilai berat volume kering (γ_d) dan kadar air (Wc) yang didapatkan dari pengujian kepadatan ringan tanah (*Standard Proctor Test*) dan nilai berat volume kering tanpa udara (γ_{dZAV}) yang didapatkan dari pengujian berat jenis (Gs) diplotkan pada grafik hubungan berat volume kering (γ_d) dan kadar air (Wc), kemudian menentukan γ_{dmax} dan W_{copt} yang akan digunakan sebagai kondisi awal kepadatan pada pengujian *California Bearing ratio (CBR)*. Apabila garis γ_{dZAV} memotong grafik γ_d dan Wc, maka perlu dilakukan pengujian proctor kembali sesuai dengan langkah ke-5 dan ke-6. Apabila garis γ_{dZAV} tidak memotong grafik γ_d dan Wc maka tahap selanjutnya adalah menyiapkan benda uji dengan komposisi Tanah + 0% *Bottom ash*, Tanah + 5% *Bottom ash*, Tanah + 10% *Bottom ash*, Tanah + 15% *Bottom ash*, Tanah + 20% *Bottom ash* menggunakan W_{copt} dari uji proctor sebelumnya,

kemudian dilakukan pemeraman campuran benda uji selama 24 jam. Setelah dilakukan pemeraman selama 24 jam, pada masing-masing benda uji tersebut dilakukan pemadatan *California Bearing Ratio* (CBR). Apabila kepadatan maksimum ($\gamma_{d_{max}}$) yang didapatkan dari pemadatan CBR tidak sama dengan kepadatan maksimum *Standard Proctor Test* maka perlu dilakukan pemadatan CBR kembali dengan terlebih dahulu menyiapkan benda uji sesuai dengan langkah ke-7. Apabila hasil kepadatan maksimum CBR dan *Standard Proctor Test* sudah sesuai maka tahap selanjutnya adalah pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) untuk masing-masing penetrasi 0,1" dan 0,2" tanpa proses perendaman atau *unsoaked*. Menganalisa data yang dihasilkan dari praktik laboratorium berupa Tabel dan Grafik menggunakan *Software Microsoft Excel*. Kemudian menarik kesimpulan yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

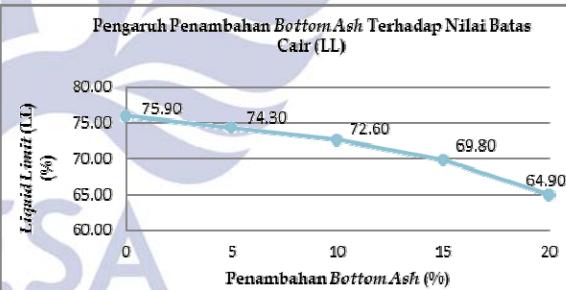
Pengaruh Penambahan Abu Dasar (Bottom Ash) pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Batas Cair / Liquid Limit (LL)

Berdasarkan Gambar dan Grafik dibawah ini diperoleh nilai LL sebesar 75,90% - 64,90. Menurunnya nilai LL dikarenakan penambahan *bottom ash* ini dapat memungkinkan adanya tarik menarik antara ion positif (cation) yang ada pada *bottom ash* dan ion negatif (anion) yang ada pada permukaan tanah. Sebagian tanah akan mengikat *bottom ash*, dengan begitu tanah akan lebih sedikit mengikat air. Oleh karena itu, semakin besar penambahan *bottom ash* maka semakin besar penurunan nilai batas cair.

Tabel 4. Pengaruh Penambahan Abu Dasar (Bottom Ash) Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Batas Cair (LL)

Penambahan Bottom Ash (%)	Nilai Batas Cair (LL) (%)
0	75,90
5	74,30
10	72,60
15	69,80
20	64,90

Sumber: Hasil Laboratorium



Gambar 4. Grafik Pengaruh Penambahan Bottom Ash Terhadap Nilai Batas Cair (LL)
Sumber: Hasil Laboratorium

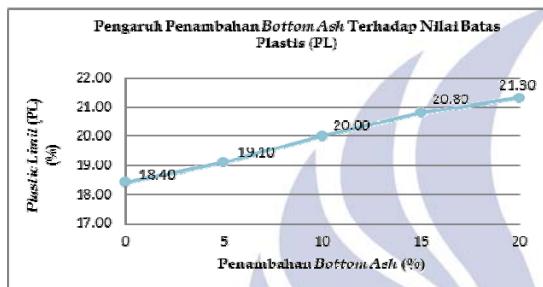
Pengaruh Penambahan Abu Dasar (Bottom Ash) pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Batas Plastis / Plastic Limit (PL)

Berdasarkan Gambar dan Grafik dibawah ini diperoleh nilai PL sebesar 18,40% - 21,30%. Meningkatnya nilai PL dikarenakan semakin banyak penambahan *bottom ash* dalam tanah, maka dehidrasi *bottom ash* akan semakin tinggi sehingga tanah lebih cepat mengering dan mengalami keretakan. Semakin besar penambahan *bottom ash* pada tanah, semakin dibutuhkan lebih banyak lagi air agar ada daya tarik menarik antar partikel tanah.

Tabel 5. Pengaruh Penambahan Abu Dasar (*Bottom Ash*) Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Batas Plastis (PL)

Penambahan Bottom Ash (%)	Nilai Batas Plastis (PL) (%)
0	18,40
5	19,10
10	20,00
15	20,80
20	21,30

Sumber: Hasil Laboratorium

**Gambar 5. Grafik Pengaruh Penambahan *Bottom Ash* Terhadap Nilai Batas Plastis (PL)**

Sumber: Hasil Laboratorium

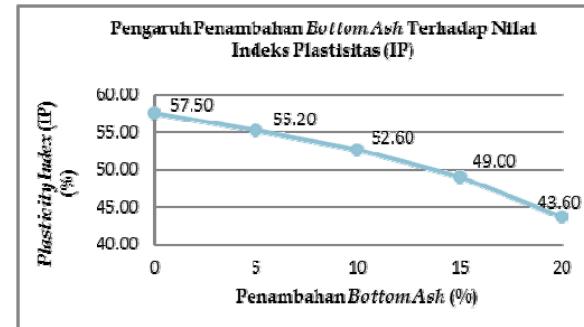
Pengaruh Penambahan Abu Dasar (*Bottom Ash*) pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Indeks Plastisitas / Plasticity Index (IP)

Berdasarkan Gambar dan Grafik dibawah ini diperoleh nilai IP sebesar 57,50% - 43,60%. Menurunnya nilai IP dikarenakan penambahan *bottom ash* ini dapat memungkinkan adanya tarik menarik antara kation yang ada pada *bottom ash* dan anion yang ada pada permukaan tanah. Sebagian tanah akan mengikat *bottom ash*, dengan begitu tanah akan lebih sedikit mengikat air, sehingga plastisitas tanah menjadi berkurang. Selain itu sifat *bottom ash* yang dapat mengisi pori-pori tanah menyebabkan sifat eksipansifitas tanah tersebut menjadi berkurang.

Tabel 6. Pengaruh Penambahan Abu Dasar (*Bottom Ash*) Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Indeks Plastisitas (IP)

Penambahan Bottom Ash (%)	Nilai Indeks Plastisitas (IP) (%)	Klasifikasi Tanah Ekspansif
0	57,50	Sangat Tinggi
5	55,20	Sangat Tinggi
10	52,60	Tinggi
15	49,00	Tinggi
20	43,60	Tinggi

Sumber: Hasil Laboratorium

**Gambar 6. Grafik Pengaruh Penambahan *Bottom Ash* Terhadap Nilai Indeks Plastisitas (IP)**

Sumber: Hasil Laboratorium

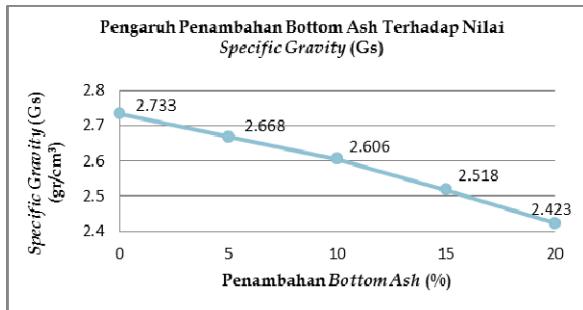
Pengaruh Penambahan Abu Dasar (*Bottom Ash*) pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Berat Jenis Tanah / Specific Gravity (Gs)

Berdasarkan Gambar dan Grafik dibawah ini diperoleh nilai Gs sebesar 2,733 (gr/cm³) - 2,423 (gr/cm³). Menurunnya nilai Gs dikarenakan penambahan *bottom ash* ini menyebabkan tarik menarik antara kation yang ada pada *bottom ash* dan anion yang ada pada permukaan tanah. Butiran tanah menjadi lebih besar sehingga nilai volume butir (Vs) membesar dan berat volume butir (γ_s) mengecil. Karena berat volume butir mengecil maka berat dari butiran (Ws) juga akan mengecil, sehingga nilai dari *specific gravity* juga akan turun. Selain itu berat jenis *bottom ash* lebih kecil daripada berat jenis tanah asli sehingga semakin besar penambahan *bottom ash* nilai berat jenis campuran tersebut akan semakin kecil.

Tabel 7. Pengaruh Penambahan Abu Dasar (*Bottom Ash*) Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Berat Jenis Tanah (Gs)

Penambahan Bottom Ash (%)	Nilai Specific Gravity (Gs)
0	2,733
5	2,668
10	2,606
15	2,518
20	2,423

Sumber: Hasil Laboratorium



Gambar 7. Grafik Pengaruh Penambahan Bottom Ash Terhadap Nilai Specific Gravity (Gs)

Sumber: Hasil Laboratorium

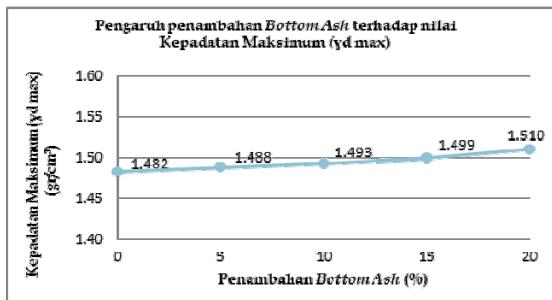
Pengaruh Penambahan Abu Dasar (Bottom Ash) pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Kepadatan Maksimum ($\gamma_{d\max}$)

Berdasarkan Gambar dan Grafik dibawah ini diperoleh nilai $\gamma_{d\max}$ sebesar 1,482 (gr/cm³) - 1,510 (gr/cm³). Meningkatnya nilai $\gamma_{d\max}$ dikarenakan proses pemanjangan dengan cara mekanis dan gerakan vertical pada permukaan tanah mengakibatkan rongga tanah yang terisi air akan mengecil, penambahan bottom ash dapat mengisi rongga-rongga tanah yang tersisa dan kadar air optimum (W_{c_{opt}}) akan menurun. Berat butiran (Ws) semakin besar, sedangkan volume total tanah basah (V_t) tetap. Sehingga tanah menjadi lebih padat.

Tabel 8. Pengaruh Penambahan Abu Dasar (Bottom Ash) Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kepadatan Maksimum ($\gamma_{d\max}$)

Penambahan Bottom Ash (%)	Nilai Kepadatan Maksimum ($\gamma_{d\max}$) (gr/cm ³)
0	1,482
5	1,488
10	1,493
15	1,499
20	1,510

Sumber: Hasil Laboratorium



Gambar 8. Grafik Pengaruh Penambahan Bottom Ash Terhadap Nilai Kepadatan Maksimum ($\gamma_{d\max}$)

Sumber: Hasil Laboratorium

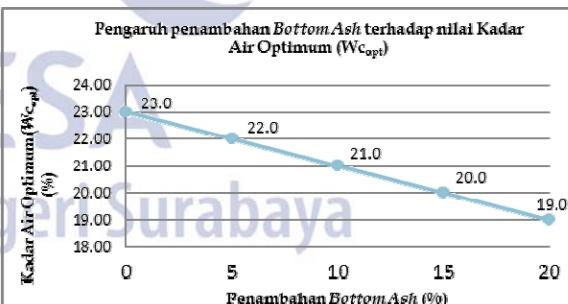
Pengaruh Penambahan Abu Dasar (Bottom Ash) pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Kadar Air Optimum (W_{c_{opt}})

Berdasarkan Gambar dan Grafik dibawah ini diperoleh nilai W_{c_{opt}} sebesar 23,0% - 19,0%. Menurunnya nilai W_{c_{opt}} dikarenakan penambahan bottom ash pada tanah dan ditambah air dapat mengakibatkan tarik menarik antara kation yang ada pada bottom ash dan anion yang ada pada permukaan tanah. Sebagian tanah akan mengikat bottom ash, dengan begitu tanah akan lebih sedikit mengikat air. Selain itu proses pemanjangan dengan cara mekanis dan gerakan vertical pada permukaan tanah mengakibatkan rongga tanah yang terisi air akan mengecil. Jadi semakin banyak penambahan bottom ash pada tanah tersebut maka semakin kecil pula air yang diikat dan masuk ke rongga tanah, dengan demikian kadar air optimum pada tanah tersebut akan semakin kecil.

Tabel 9. Pengaruh Penambahan Abu Dasar (Bottom Ash) Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kadar Air Optimum (W_{c_{opt}})

Penambahan Bottom Ash (%)	Nilai Kadar Air Optimum (W _{c_{opt}}) (%)
0	23,0
5	22,0
10	21,0
15	20,0
20	19,0

Sumber: Hasil Laboratorium



Gambar 9. Grafik Pengaruh Penambahan Bottom Ash Terhadap Nilai Kadar Air Optimum (W_{c_{opt}})

Sumber: Hasil Laboratorium

Pengaruh Penambahan Abu Dasar (Bottom Ash) pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)

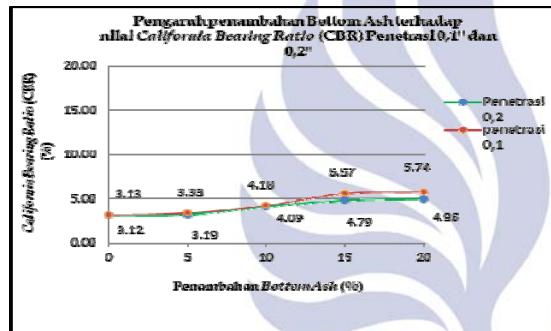
Berdasarkan Gambar dan Grafik dibawah ini diperoleh nilai CBR penetrasi 0,1" sebesar 3,13% - 5,74%. Sedangkan pada penetrasi 0,2" memperoleh hasil CBR sebesar 3,12% - 4,96%. Meningkatnya nilai CBR

dikarenakan penambahan *bottom ash* pada tanah menyebabkan nilai γ_{dmax} semakin naik dan nilai $W_{c, opt}$ semakin turun sehingga membuat tanah semakin padat. *Bottom ash* dapat mengisi rongga-rongga tanah yang terisi udara dan air sehingga tanah menjadi lebih padat.

Tabel 10. Pengaruh Penambahan Abu Dasar (*Bottom Ash*) Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) pada Penetrasi 0,1" dan 0,2"

Penambahan Bottom Ash (%)	Nilai CBR Penetrasi 0,1"	Nilai CBR Penetrasi 0,2"
0	3,13	3,12
5	3,33	3,19
10	4,18	4,09
15	5,57	4,79
20	5,74	4,96

Sumber: Hasil Laboratorium



Gambar 10. Grafik Pengaruh Penambahan Abu Dasar (*Bottom Ash*) Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) pada Penetrasi 0,1" dan 0,2"

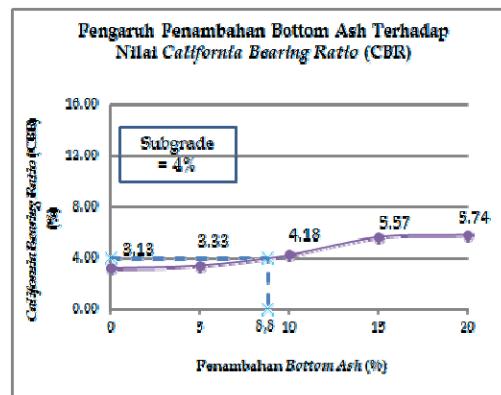
Sumber: Hasil Laboratorium

Pada Tabel 10. dan grafik pada Gambar 10. diatas dapat dilihat bahwa tiap prosentase penambahan menunjukkan hasil CBR pada penetrasi 0,1" lebih besar dibanding dengan penetrasi 0,2". Karena sesuai dengan ketentuan SNI-1744-2012, maka hasil CBR yang dipakai adalah pada penetrasi 0,1".

Tabel 11. Pengaruh Penambahan Abu Dasar (*Bottom Ash*) Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)

Penambahan Bottom Ash (%)	Nilai CBR (%)
0	3,13
5	3,33
10	4,18
15	5,57
20	5,74

Sumber: Hasil Laboratorium



Gambar 11. Grafik Pengaruh Penambahan Abu Dasar (*Bottom Ash*) Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)
Sumber: Hasil Laboratorium

Pada grafik pada Gambar 11. di atas dapat dilihat bahwa untuk memenuhi subgrade dengan nilai CBR 4%, maka tanah lempung ekspansif tersebut harus ditambahkan dengan abu dasar (*bottom ash*) sebanyak 8,8% dari berat kering tanah asli.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian tanah lempung ekspansif dari Desa Banjarmelati Kecamatan Lakarsantri Surabaya yang distabilisasi dengan abu dasar (*bottom ash*) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: (1) Semakin besar penambahan abu dasar (*bottom ash*) pada tanah lempung ekspansif maka nilai CBR akan semakin meningkat. Hasil nilai CBR untuk tanah lempung ekspansif dengan penambahan abu dasar (*bottom ash*) sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% masing-masing adalah sebesar 3,13%, 3,33%, 4,18%, 5,57% dan 5,74%. (2) Untuk memenuhi persyaratan CBR tanah dasar (subgrade) dengan nilai batas minimum CBR sebesar 4% maka dibutuhkan penambahan abu dasar (*bottom ash*) sebesar 8,8%.

Saran

Saran-saran yang dapat diambil dari penelitian ini adalah: (1) Tanah di Desa Banjarmelati Kecamatan Lakarsantri Surabaya dapat dijadikan sebagai tanah dasar (*subgrade*) dengan penambahan abu dasar (*bottom ash*) sebesar 8,8%. (2) Perlu diadakan penelitian berkelanjutan pada tanah lempung ekspansif di Desa Banjarmelati Kecamatan Lakarsantri Surabaya dengan komposisi penambahan abu dasar (*bottom ash*) lebih dari 20% agar memenuhi persyaratan lapisan pondasi bawah (*subbase course*) dan lapisan pondasi atas (*base course*). (3) Perlu diadakan penelitian berkelanjutan pada tanah lempung ekspansif di daerah lain, dengan menggunakan

penambahan abu dasar (*bottom ash*) dari tempat yang sama sebagai bahan stabilisasi. (4) Perlu diadakan penelitian berkelanjutan pada tanah lempung ekspansif dari daerah yang sama, dengan menggunakan penambahan abu dasar (*bottom ash*) dari tempat yang berbeda sebagai bahan stabilisasi. (5) Perlu dilakukan penelitian berkelanjutan untuk variasi lama pemeraman benda uji sehingga dapat dilihat perbandingan yang diakibatkan jika lama pemeraman lebih dari atau kurang dari 24 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Andajani, Nur. 2005. *Panduan Praktikum Laboratorium Mekanika Tanah II*. Surabaya : UNESA.
- Das, Braja M, Terjemahan Endah Noor, B. Mochtar Indrasurya. 1991. *Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Erlangga.
- Faudin, Agus. 2007. *Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Potensial Swelling Pada Tanah Ekspansif di Daerah Citraland Surabaya*. Skripsi Universitas Negeri Surabaya.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2014. *Tanah Ekspansif Permasalahan dan Penanganan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Maulana, Pondy. 2013. *Pengaruh Penambahan Portland Cement Pada Tanah Merah di Daerah Socah Bangkalan Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Test*. Skripsi Universitas Negeri Surabaya.
- Ridwan, Machfud. 2003. *Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah I*. Surabaya : UNESA.
- Sutarman, E. 2009. *Konsep & Aplikasi Mekanika Tanah*. Yogyakarta: ANDI.
- Wesley, Laurence D. 2012. *Mekanika Tanah Untuk Tanah Endapan & Residu*. Yogyakarta: ANDI.

