

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME: 03	NOMER: 03	HALAMAN: 01 - 08	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:

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

Redaksi:

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

Novi Dwi Pratama, Dra. Nur Andajani, MT.

Program Studi S1 - Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: novidwipratama.st@gmail.com , nurandajani.unesa@gmail.com

Abstrak

Tanah lempung ekspansif merupakan tanah yang memiliki kembang susut yang tinggi, sehingga dapat menyebabkan kerusakan struktur diatasnya. Jalan raya yang dibangun diatas tanah yang kurang stabil dapat mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan. Di daerah Gresik tepatnya di Desa Randegansari sampai Desa Tenaru banyak ditemui jalan yang rusak ataupun bergelombang. Hal tersebut terjadi karena beberapa faktor yang salah satunya adalah rendahnya nilai CBR atau daya dukung tanah pada daerah tersebut.

Pada penelitian ini stabilisasi tanah di daerah Randegansari akan menggunakan kapur gamping yang berasal dari desa Sekapuk, Gresik. Dengan stabilisasi kapur gamping Gresik diharapkan dapat meningkatkan nilai CBR dan agar tanah dapat memenuhi persyaratan sebagai tanah dasar (Subgrade) dan lapis pondasi bawah jalan raya di daerah Randegansari. Terdapat variasi persentase penambahan kapur gamping yang digunakan yaitu 0%, 3%, 5%, 10%, 15%, 20%.

Dari hasil uji Laboratorium dengan variasi persentase penambahan kapur gamping 3%, 5%, 10%, 15%, 20% didapatkan nilai CBR untuk penterasi 0,1" berturut-turut sebesar 2,77%, 15,94%, 24,15%, 30,9%, 34,25%, 34,68%. Sedangkan untuk penterasi 0,2" berturut-turut sebesar 2,43%, 14,56%, 22,48%, 2862%, 31,33%, dan 31,94%.

Untuk memenuhi persyaratan CBR tanah dasar (Subgrade) diperlukan penambahan kapur gamping sebanyak 0,3%. Sedangkan untuk memenuhi persyaratan CBR lapis pondasi bawah (Subbase) 25% dan IP dibawah 10% diperlukan kapur gamping sebanyak 19,3%. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan kapur gamping maka nilai CBR juga akan semakin meningkat.

Kata Kunci: Ekspansif, Stabilisasi, Kapur Gamping, CBR.

Abstract

Expansive soil is high swell soil, which is able to cause damage on its upper structure. The highway which is built on unstable soil may result a damage to the pavement. In Gresik, in the Randegansari village until Tenaru village, we found many roads are damage or surging. It happens because of several factors, one of which is the low CBR value or soil bearing capacity at the area.

In this study, soil stabilization in the area of Randegansari will use lime from Sekapuk village, Gresik. Gresik lime stabilization is expected to increase the value of CBR and soil can qualify as a Subgrade and Sub-base in the area Randegansari. There are addition percentages variations to lime which we used 0%, 3%, 5%, 10%, 15%, 20%.

Laboratory test results with addition percentages variations in lime 0%, 3%, 5%, 10%, 15%, 20% obtained the value of CBR to penetration 0,1", respectively for 2,77%, 15,94%, 24,15%, 30,9%, 34,25%, 34,68%. As for penetration 0,2", respectively for 142,43%, 14,56%, 22,48%, 2862%, 31,33%, 31,94%.

To qualify CBR subgrade, it is required the 0,3 % addition of lime. As for to qualify CBR Sub-base 25% and IP below 10%, is is required the 19,3% addition of lime. It can be concluded that the greater the addition of lime, CBR value will also increase.

Keywords: Ekspansive, Stabilization, Lime, CBR.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di daerah Gresik tepatnya di Desa Randegansari sampai Desa Tenaru banyak ditemui jalan yang rusak ataupun bergelombang. Tanah dasar (*Subgrade*) yang digunakan lapisan bawah pada jalan tersebut adalah tanah lempung ekspansif yang memiliki kembang susut yang sangat tinggi. Hal tersebut dipengaruhi oleh kandungan air yang ada di dalam tanah tersebut. Jika kandungan air dalam tanah meningkat maka tanah tersebut akan

mengalami pengembangan dan daya dukungnya akan berkurang, sebaliknya jika kadar air berkurang atau kering maka tanah akan mengalami penyusutan dan mengakibatkan pecahan-pecahan dipermukaan tanah, (Puspita, 2014;2).

Dalam pembangunan perkerasan jalan, stabilisasi tanah didefinisikan sebagai perbaikan material jalan lokal yang ada, dengan cara stabilisasi mekanis atau dengan cara menambahkan suatu bahan tambah (*additives*) ke dalam tanah, (Hary, 2011;1). Stabilisasi tanah lempung ekspansif dengan menggunakan kapur gamping

diharapkan dapat meningkatkan nilai *California Bearing Ratio (CBR)* yang akan berpengaruh pada kekuatan lapisan tanah dasar (*Subgrade*) suatu struktur jalan raya yang akan menerima beban dari kendaraan yang melintas. Penelitian ini juga digunakan sebagai usaha untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kapur gamping terhadap stabilisasi tanah lempung ekspansif di daerah Randegansari, Gresik.

Menurut denny (2010:9), kapur gamping dapat digunakan sebagai bahan tambah (additives) dalam stabilisasi tanah lempung untuk struktur perkerasan jalan khususnya tanah dasar (*subgrade*). Kapur gamping dapat diperoleh dengan mudah di daerah Gresik yang mempunyai pegunungan kapur yang melimpah. Penggunaan kapur gamping gresik sebagai bahan tambah stabilisasi tanah lempung diharapkan dapat meningkatkan daya dukung tanah sebagai struktur perkerasan jalan.

Metode pengujian yang akan dilakukan adalah uji *California Bearing Ratio (CBR)*. Metode pengujian CBR yang sering dipakai adalah CBR tanpa rendaman (*unsoaked*). Nilai CBR yang didapatkan dari pengujian digunakan sebagai parameter kekuatan lapisan tanah dasar dalam perencanaan perkerasan jalan raya.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat diambil dari pemanfaatan kapur gamping gresik pada tanah lempung ekspansif adalah sebagai berikut:

1. Berapakah penambahan kapur gamping Gresik yang dibutuhkan agar memenuhi syarat sebagai lapis tanah dasar (*Subgrade*) untuk jalan raya?
2. Berapakah penambahan kapur gamping Gresik yang dibutuhkan agar memenuhi syarat sebagai lapis pondasi bawah (*Subbase Course*) untuk jalan raya?

C. Tujuan

Tujuan dari pemanfaatan kapur gamping gresik pada tanah lempung ekspansif adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan nilai penambahan kapur gamping Gresik yang efisien untuk memenuhi syarat sebagai tanah dasar (*Subgrade*) untuk jalan raya.
2. Mendapatkan nilai penambahan kapur gamping Gresik yang efisien untuk memenuhi syarat sebagai lapis pondasi bawah (*Subbase Course*) untuk jalan raya.

D. Manfaat

Manfaat dari pemanfaatan kapur gamping gresik pada tanah lempung ekspansif adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui besarnya perubahan nilai CBR pada tanah lempung di daerah Randegansari setelah ditambahkan kapur gamping Gresik.
2. Memberikan referensi nilai penambahan kapur gamping Gresik pada tanah lempung di daerah Randegansari untuk mencapai syarat minimal CBR unsoaked tanah dasar (*Sub-grade*) sebesar 4%.
3. Memberikan referensi penambahan kapur gamping Gresik pada tanah lempung di daerah

Randegansari untuk mencapai syarat minimal CBR unsoaked lapis pondasi bawah (*Sub-base*) sebesar 25% dan syarat IP di bawah 10%.

4. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang stabilisasi tanah lempung ekspansif dengan kapur gamping.

E. Batasan Masalah

Batasan masalah yang diambil ada penelitian ini adalah:

1. Tanah lempung yang diambil adalah di wilayah Desa Randegansari, Kecamatan Driyorejo, Kabupaten Gresik.
2. Kapur gamping berasal dari desa Sekapuk, Kabupaten Gresik.
3. Sampel benda uji penelitian terdiri dari tanah + 0% kapur gamping, tanah + 3% kapur gamping, tanah + 5% kapur gamping, tanah + 10% kapur gamping, tanah + 15% kapur gamping, tanah + 20% kapur gamping.
4. Pengujian *California Bearing ratio (CBR)* dilakukan tanpa proses perendaman (*unsoaked*).
5. Nilai y_d max diperoleh dari standart proctor test sebagai kondisi awal kepadatan maksimal pada pengujian California Bearing ratio (CBR).

KAJIAN PUSTAKA

A. Tanah Lempung Ekspansif

Tanah ekspansif merupakan salah satu jenis tanah bermasalah, sangat peka terhadap perubahan kadar air. Tanah ini mempunyai ciri-ciri kembang susut yang besar akibat dari perubahan volume pori yang dapat menimbulkan gaya angkat terhadap konstruksi yang ada sehingga dapat menimbulkan kerusakan pada konstruksi tersebut. Menurut Joseph E. Bowles (1984;212), tanah lempung ekspansif sangat sering dijumpai. Pemuatan lempung terjadi ketika kadar air berkurang dari nilai referensinya. Penyusutan terjadi jika kadar air berkurang dari nilai referensinya sampai pada batas susut. Biasanya suatu tanah lempung dapat diperkirakan akan mempunyai perubahan volume yang besar (ekspansif) apabila indeks plastisitas $Ip \geq 20$.

Menurut Das (1988:12) partikel tanah lempung memiliki muatan negatif pada permukaannya. Muatan negatif lebih besar dijumpai pada partikel-partikel yang mempunyai luasan spesifik yang besar sedangkan beberapa muatan positif juga terjadi ditepi-tepi lempengan partikel. Pada lempung yang kering, muatan negative diperlukan dinetralkan oleh adanya kation, seperti ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , dan Ka^+ (*Exchangabel Cations*)

B. Lapisan Perkerasan Jalan Raya

1. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

Lapis permukaan adalah lapis paling atas pada lapisan perkerasan jalan raya.

2. Lapis Pondasi (*Base Course*)

Menurut Hamirhan (2004;42), lapis pondasi adalah suatu lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah (*subbase course*).

3. Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis pondasi bawah (*subbase course*) adalah suatu lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis tanah dasar dan lapis pondasi atas (*base course*) yang berfungsi sebagai perkerasan yang meneruskan beban diatasnya dan selanjutnya menyebarkan tegangan yang terjadi ke lapis tanah dasar, (Hamirhan, 2004;35).

4. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Menurut Hamirhan (2004;34), kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar.

C. Stabilisasi Tanah Ekspansif Dengan Kapur Gamping

Menurut Hary Christiady (2010;86), dalam stabilisasi tanah dengan kapur, bahan-bahan seperti kapur kalsium tinggi terhidrasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$, kapur tohor (quicklime) kalistik CaO , dan kapur tohor dolomitik CaO . Kapur terhidrasi berbentuk serbuk halus, sedangkan kapur tohor lebih merupakan bahan granuler (kasar).

Penambahan kapur kedalam tanah, memberikan ion-ion kalsium yang berlimpah (ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+}). Ion-ion Ca ini cenderung menggantikan kation-kation pada umumnya, seperti sodium dan potassium yang berada pada partikel lempung. Proses ini disebut pertukaran kation (cation exchange). Penggantian sodium atau potassium dengan kalsium akan mereduksi indeks plastisitas partikel lempung secara signifikan. Penambahan kapur yang memberikan kenaikan Ph tanah, juga menambah kapasitas pertukaran kation. Akibatnya walaupun tanah mempunyai kalsium yang tinggi, stabilisasi tanah dengan kapur tetap akan mereduksi plastisitas tanah. Reduksi plastisitas umumnya diikuti pula oleh reduksi potensi kembang susut tanah, reduksi kemudahan kehilangan kekuatan oleh perubahan kadar air, dan reduksi kelengketan (Hary Christiady, 2010;89).

D. California Bearing Ratio (CBR)

CBR (*California Bearing Ratio*) adalah pengujian daya dukung tanah yang dikembangkan oleh *California State Highway Departement*. Prinsip pengujian ini adalah pengujian penetrasi dengan menusukkan benda ke dalam benda uji. Dengan cara ini dapat dinilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang dipergunakan untuk membuat perkerasan jalan.

Beberapa Jenis metode uji CBR yang sering digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah untuk perkerasan jalan antara lain:

1. CBR Lapangan

2. CBR Laboratorium

a. Rendaman (Soaked)

b. Tanpa rendaman (Unsoaked)

Untuk menghitung kekuatan tanah CBR pada penetrasi 0,1" dan 0,2" digunakan rumus dengan persamaan:

$$CBR_{0,1"} = \frac{\text{bebani penetrasi } 0,1" (\text{lbs})}{3000 (\text{lbs})} \times 100\%$$

$$CBR_{0,2"} = \frac{\text{bebani penetrasi } 0,2" (\text{lbs})}{4500 (\text{lbs})} \times 100\%$$

(Sumber: SNI 1744-2012 CBR Laboratorium)

E. Pemadatan Tanah (Standart Proctor Test)

Menurut Braja M. Das, (1988), pemadatan tanah bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tanah, sehingga dengan demikian dapat meningkatkan daya dukung tanah tersebut. Pemadatan juga dapat mengurangi besarnya penurunan tanah yang tidak diinginkan meningkatkan kemantapan lereng timbunan (*embankments*).

Pada uji proctor, tanah dipadatkan dalam sebuah cetakan silinder bervolume $1/30 \text{ ft}^3$ (943,3 cm 3). Diameter cetakan tersebut sebesar 4 inch (101,6 mm). tanah dicampur air dengan kadar air yang berbeda-beda dan kemudian dipadatkan dengan menggunakan penumbuk khusus. Pemadatan tanah dilakukan dalam 3 (tiga) lapisan tanah dengan masing-masing lapisan memiliki pola tumbukan yang berbeda. Berat penumbuk adalah 5,5 lb atau 2,5 kg dan tinggi jatuh sebesar 12 inch atau 304,8 mm. Cara pengujian terdiri dari 4 (empat) cara seperti tertera pada tabel 2.5. Cara A dan B digunakan untuk tanah yang lolos ayakan No. 4 (4,75 mm), sedangkan cara C dan D digunakan untuk tanah yang lolos ayakan 19,00 mm (3/4"). Ukuran cetakan yang dipakai disesuaikan dengan yang ada di laboratorium tanah.

Tabel Cara Uji Kepadatan Tanah

Uraian	Cara A
Diameter cetakan (mm)	101,6
Tinggi cetakan (mm)	116,43
Volume cetakan (cm 3)	943
Massa penumbuk (kg)	2,5
Tinggi jatuh penumbuk (mm)	305
Jumlah lapis	3
Jumlah tumbukan per lapis	25
Bahan lolos saringan	No 4 (4,75mm)

Sumber: SNI 1742-2008

F. Konsistensi Tanah

Menurut Braja M. Das, (1985), dalam fajar hidayat (2013;22), konsistensi tanah adalah kadar air dimana keadaan tanah melewati keadaan lainnya. Apabila tanah lempung kering ditambahkan air secara siidkit demi sedikit, tanah tersebut akan berubah sifatnya, yaitu dari keadaan padat menjadi

agak padat, plastis dan akhirnya menjadi cair (*liquid*). Apabila campuran tanah lempung dan air yang berupa liquid tersebut dipanaskan secara perlahan-lahan, campuran tersebut akan berubah dari keadaan cair (*liquid*) menjadi keadaan plastis. Kalau pemanasan diteruskan keadaan plastis tersebut akan menjadi semi solid (agak padat) dan kemudian bentuk tanah akan menjadi solid (padat).

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian yang akan dilaksanakan yakni penelitian eksperimen tanah lempung ekspansif dengan stabilisasi menggunakan kapur gamping untuk mencapai nilai California Bearing Ratio (CBR) maksimum.

B. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang berpengaruh pada suatu hasil penelitian. Variabel bebas penelitian ini yakni menggunakan kapur gamping dengan persentase 0%, 3%, 5%, 10%, 15%, 20% yang akan dicampur dengan tanah lempung ekspansif.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini yakni nilai California Bearing Ratio (CBR).

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol pada penelitian ini adalah tanah lempung ekspansif di daerah Randegansari, Kabupaten Gresik, kapur gamping dari desa Sekapuk, Kabupaten Gresik, dan nilai kepadatan maksimal dari tanah lempung ekspansif untuk kondisi awal pengujian CBR

C. Teknik Pengumpulan Data

Pengujian laboratorium dilakukan guna memperoleh data-data yang dibutuhkan untuk penelitian ini. Pengujian yang dilakukan antara lain:

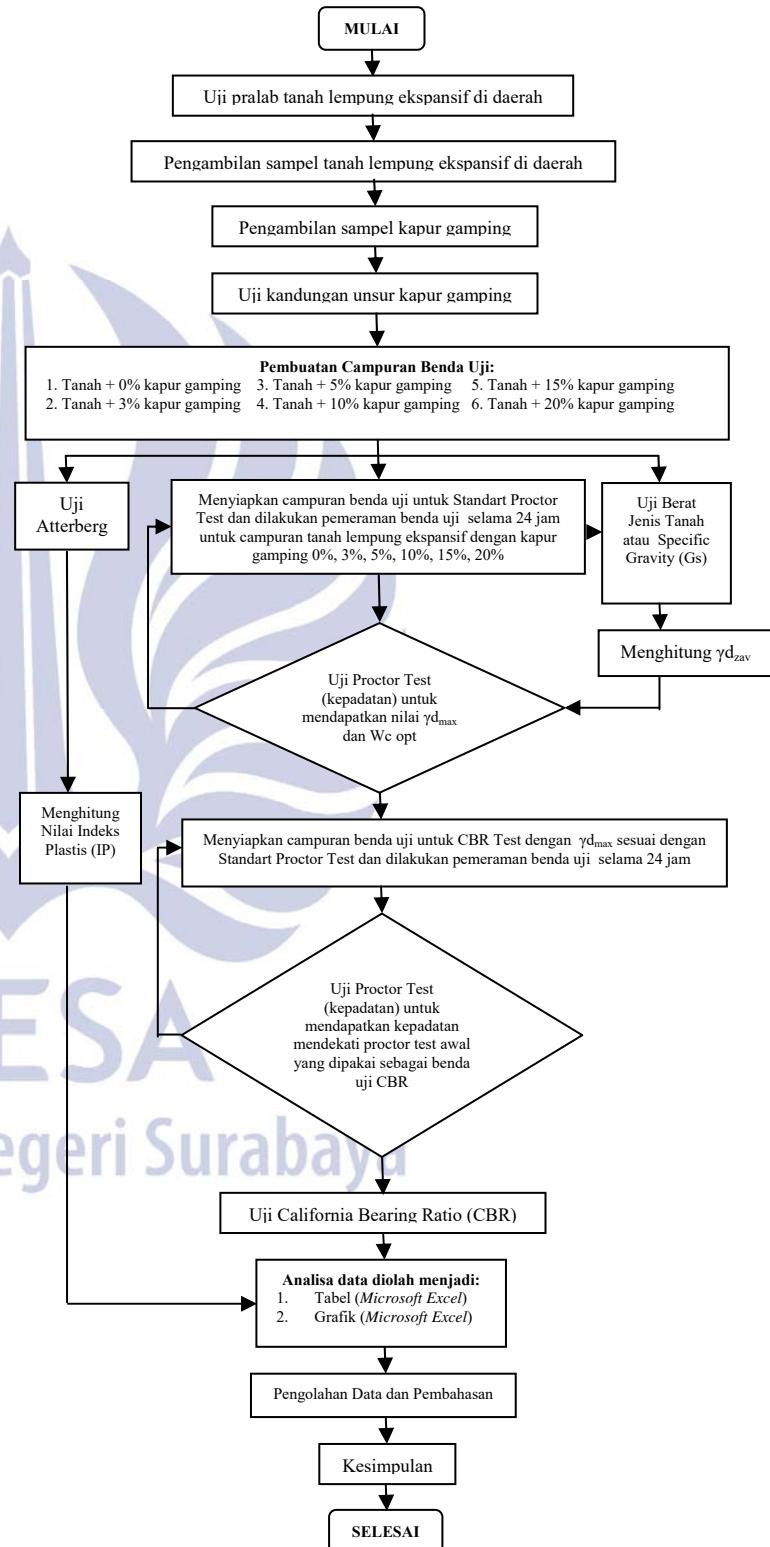
1. Uji berat jenis tanah atau spesific gravity (Gs)
2. Uji Atteberg digunakan untuk memperoleh nilai Indeks Plastis (IP), pengujian yang dilakukan meliputi uji batas cair atau liquid limit (LL) dan uji batas plastis atau plastic limit (PL).
3. Uji Standart proctor digunakan untuk memperoleh nilai berat volume kering (γ_d_{max}) dan kadar air optimum ($W_{c_{opt}}$). Data yang dihasilkan dari Standart Proctor digunakan untuk acuan kepadatan maksimum sebagai kondisi awal pada pengujian California Bearing Ratio (CBR).
4. Uji California Bearing ratio (CBR) digunakan untuk memperoleh nilai beban rencana pada saat penetrasi 0,1" dan penetrasi 0,2".

D. Teknik Analisis Data

Analisa data yang digunakan yaitu berupa deskriptif kualitatif. Data-data yang hasilkan dari praktik

laboratorium akan diolah menjadi tabel dan grafik. Penggunaan tabel dan grafik digunakan untuk mengetahui peningkatan nilai CBR pada tanah lempung ekspansif yang distabilisasi dengan kapur gamping gresik.

E. Diagram Alir Penelitian



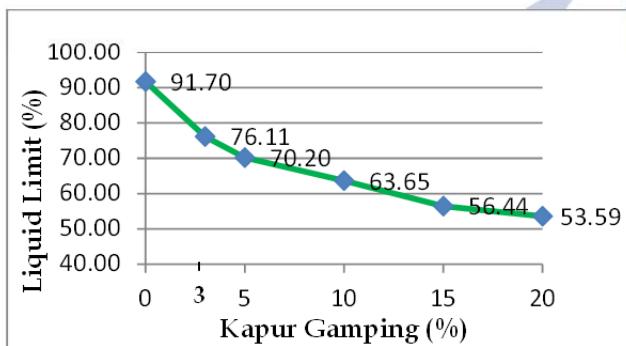
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Penambahan Kapur Gamping pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Batas Cair (LL)

Tabel 1. Nilai batas cair (LL) pada variasi persentase penambahan kapur gamping

No	PERSENTASE KAPUR GAMPING (%)	Liquid Limit/ LL (%)	Persentase Penurunan (%)
1	0	91,70	0,00
2	3	76,11	17,00
3	5	70,20	23,45
4	10	63,65	30,59
5	15	56,44	38,45
6	20	53,59	41,56

Sumber: Hasil Laboratorium



Gambar 1. Grafik nilai batas cair (LL) pada variasi persentase penambahan kapur gamping

Sumber: Hasil Laboratorium

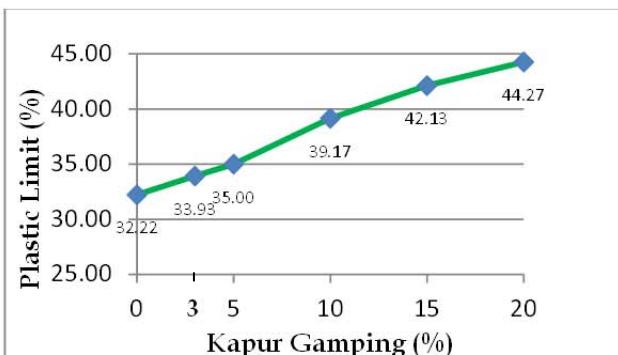
Dari Tabel 1. dan Gambar 1. dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan persentase kapur gamping maka nilai LL akan semakin menurun. Penurunan nilai LL dikarenakan pada saat tanah lempung ditambahkan kapur gamping maka ion-ion negatif (kation) pada permukaan tanah lempung akan digantikan oleh ion-ion positif (anion) dari unsur CaO dan MgO yang terkandung dalam kapur gamping. Sehingga pada saat tanah lempung dan kapur gamping ditambahkan air maka akan terjadi perubahan ikatan mineral pada tanah lempung yang akan mengikat air lebih sedikit karena sebagian air akan diserap atau diikat oleh kapur gamping.

B. Pengaruh Penambahan Kapur Gamping pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Batas Plastis (PL)

Tabel 2. Nilai batas plastis (PL) pada variasi persentase penambahan kapur gamping

No	PERSENTASE KAPUR GAMPING (%)	Plastic Limit/ PL (%)	Persentase Kenaikan (%)
1	0	32,22	0,00
2	3	33,93	5,31
3	5	35,00	8,63
4	10	39,17	21,57
5	15	42,13	30,76
6	20	44,27	37,40

Sumber: Hasil Laboratorium



Gambar 2. Grafik nilai batas plastis (PL) pada variasi persentase penambahan kapur gamping

Sumber: Hasil Laboratorium

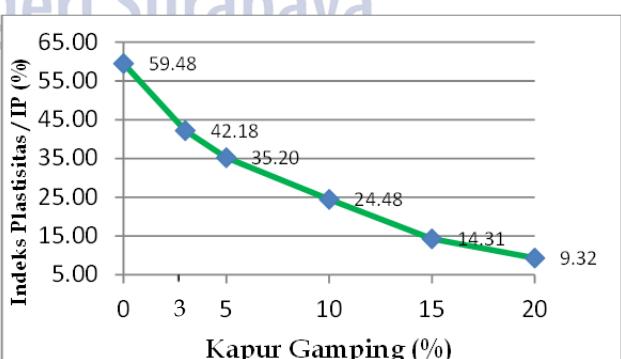
Dari Tabel 2. dan Gambar 2. dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan persentase kapur gamping maka nilai PL akan semakin menurun. Semakin meningkatnya nilai batas plastis (PL) tersebut disebabkan pada saat tanah lempung dan kapur gamping ditambahkan air maka tanah akan cepat mengering (terhidrasi) dan lebih cepat retak. Proses pengerasan tanah lempung yang cepat dikarenakan air diserap butiran-butiran tanah dan kapur gamping sehingga gaya tarik-menarik tanah lempung berkurang dan dibutuhkan air yang lebih banyak untuk mengikat tanah lempung tersebut untuk mencapai retakan tanah pada saat diameter tanah ± 3 mm.

C. Pengaruh Penambahan Kapur Gamping pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Indeks Plastisitas (IP)

Tabel 3. Nilai Indeks Plastisitas (IP) pada variasi persentase penambahan kapur gamping

No	PERSENTASE KAPUR GAMPING (%)	Plastic Limit/ PL (%)	Liquid Limit/ LL (%)	Indeks Plasticity/ IP (%)	Persentase Penurunan (%)
	(1)	(2)	(3)	(4)=(3)-(2)	(5)
1	0	32,22	91,70	59,48	0,00
2	3	33,93	76,11	42,18	29,09
3	5	35,00	70,20	35,20	40,82
4	10	39,17	63,65	24,48	58,84
5	15	42,13	56,44	14,31	75,94
6	20	44,27	53,59	9,32	81,33

Sumber: Hasil Laboratorium



Gambar 3. Grafik nilai Indeks Plastisitas (IP) pada variasi persentase penambahan kapur gamping

Sumber: Hasil Laboratorium

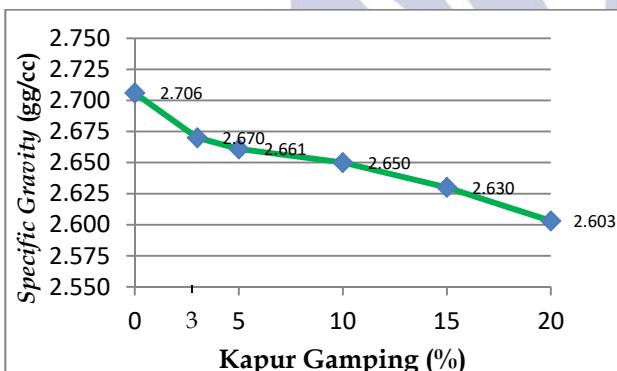
Dari Tabel 3. dan Gambar 3. dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan persentase kapur gamping maka nilai IP akan semakin menurun. Nilai IP tanah asli menunjukkan bahwa tanah lempung termasuk plastisitas tinggi. Sedangkan nilai IP pada persentase penambahan kapur gamping 20% menunjukkan bahwa tanah lempung telah termasuk pada plastisitas sedang..

D. Pengaruh Penambahan Kapur Gamping pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Berat Jenis (Gs)

Tabel 4. Nilai Berat Jenis atau *Specific Gravity* (Gs) pada variasi persentase penambahan kapur gamping

No	PERSENTASE KAPUR GAMPING (%)	<i>Specific Gravity</i> (Gs)	Persentase Penurunan (%)
1	0	2,706	0,00
2	3	2,670	1,33
3	5	2,661	1,66
4	10	2,650	2,07
5	15	2,630	2,81
6	20	2,603	3,81

Sumber: Hasil Laboratorium



Gambar 4. Grafik nilai Berat Jenis atau *Specific Gravity* (Gs) pada variasi persentase penambahan kapur gamping

Sumber: Hasil Laboratorium

Dari Tabel 4. dan Gambar 4. dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan kapur gamping pada tanah lempung nilai berat jenis tanah atau *Specific Gravity* (Gs) akan semakin menurun. Penurunan nilai berat jenis tanah atau *Specific Gravity* (Gs) pada tanah lempung yang ditambahkan kapur gamping disebabkan oleh proses segmentasi (penggumpalan) pada tanah lempung. Hal tersebut menyebabkan volume butiran akan semakin besar.

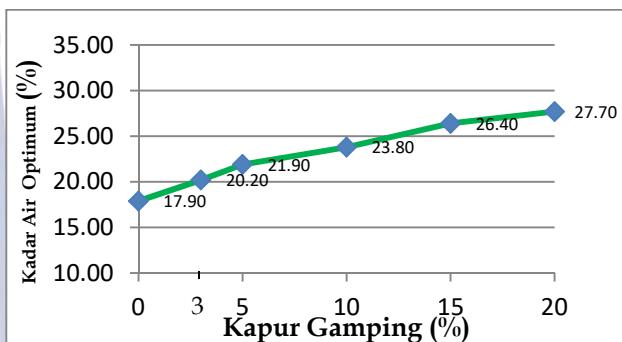
E. Pengaruh Penambahan Kapur Gamping pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Kadar Air Optimum ($W_{c \text{ opt}}$)

Hasil dari pengujian standart proctor pada tanah lempung di daerah Randegansari yang ditambahkan kapur gamping menunjukkan peningkatan kadar air optimum ($W_{c \text{ opt}}$) yang dapat dilihat pada Tabel 5. dan Gambar 5.

Tabel 5. Nilai kadar air optimum ($W_{c \text{ opt}}$) pada variasi persentase penambahan kapur gamping

No	PERSENTASE KAPUR GAMPING (%)	Kadar Air Optimum, $W_{c \text{ opt}} (\%)$	Persentase Kenaikan (%)
1	0	17,90	0,00
2	3	20,20	12,85
3	5	21,90	22,35
4	10	23,80	32,96
5	15	26,40	47,49
6	20	27,70	54,75

Sumber: Hasil Laboratorium



Gambar 5. Grafik nilai kadar air optimum ($W_{c \text{ opt}}$) pada variasi persentase penambahan kapur gamping

Sumber: Hasil Laboratorium

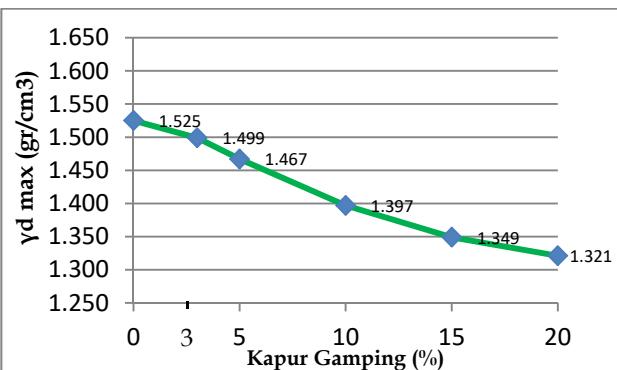
Meningkatnya nilai kadar air optimum ($W_{c \text{ opt}}$) tersebut disebabkan adanya penyerapan air yang lebih banyak oleh tanah lempung yang ditambahkan kapur gamping. Penyerapan air pada tanah lempung dan kapur gamping akan menyebabkan terjadinya segmentasi (penggumpalan). Hal tersebut akan memengaruhi ikatan tarik-menarik pada permukaan tanah lempung. Oleh karena itu semakin besar penambahan persentase kapur gamping maka penyerapan air akan semakin banyak dan menyebabkan nilai kadar air optimum ($W_{c \text{ opt}}$) akan semakin meningkat.

F. Pengaruh Penambahan Kapur Gamping pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Kepadatan Maksimum ($\gamma_{d \text{ max}}$)

Tabel 6. Nilai kepadatan maksimum ($\gamma_{d \text{ max}}$) pada variasi persentase penambahan kapur gamping

No	PERSENTASE KAPUR GAMPING (%)	Berat Volume Kering Maksimum, $\gamma_{d \text{ max}} (\text{gr/cm}^3)$	Persentase Penurunan (%)
1	0	1,525	0,00
2	3	1,499	1,70
3	5	1,467	3,80
4	10	1,397	8,39
5	15	1,349	11,54
6	20	1,321	13,38

Sumber: Hasil Laboratorium



Gambar 6. Grafik nilai kepadatan maksimum (y_d_{\max}) pada variasi persentase penambahan kapur gamping

Sumber: Hasil Laboratorium

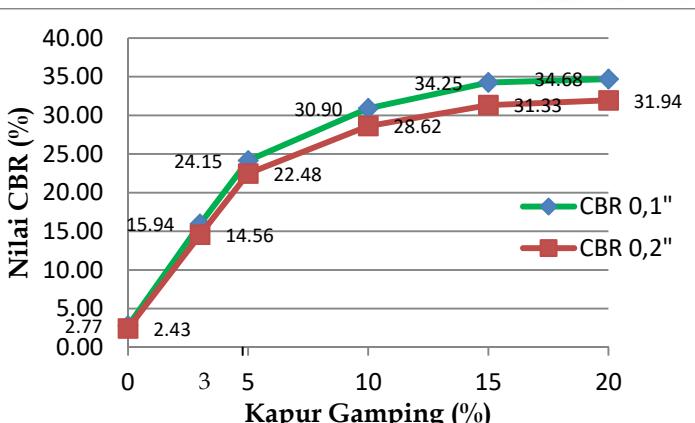
Dari Tabel 4.6 dan Gambar 6. dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan kapur gamping maka kepadatan tanah akan semakin menurun. Penurunan nilai kepadatan maksimum (y_d_{\max}) dikarenakan terjadinya penggumpalan (segmentasi) pada tanah lempung yang ditambahkan kapur dan air sehingga menyebabkan bertambahnya ruang pori pada tanah. Hal tersebut dibuktikan dengan meningkatnya kadar air optimum (W_c^{opt}) pada tanah lempung yang ditambahkan kapur gamping, sehingga ruang-ruang yang seharusnya berisi butiran-butiran tanah lebih banyak mengandung air yang menyebabkan meningkatnya ruang pori.

G. Pengaruh Penambahan Kapur Gamping pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)

Tabel 7. Nilai CBR penetrasi 0,1" dan 0,2" pada variasi persentase penambahan kapur gamping

No	PERSENTASE KAPUR GAMPING (%)	Nilai CBR 0,1" (%)	Persentase Kenaikan (%)	Nilai CBR 0,2" (%)	Persentase Kenaikan (%)
1	0	2,77	0,00	2,43	0,00
2	3	15,94	475,45	14,56	499,18
3	5	24,15	771,84	22,48	825,10
4	10	30,90	1015,52	28,62	1077,78
5	15	34,25	1136,46	31,33	1189,30
6	20	34,68	1151,99	31,94	1214,40

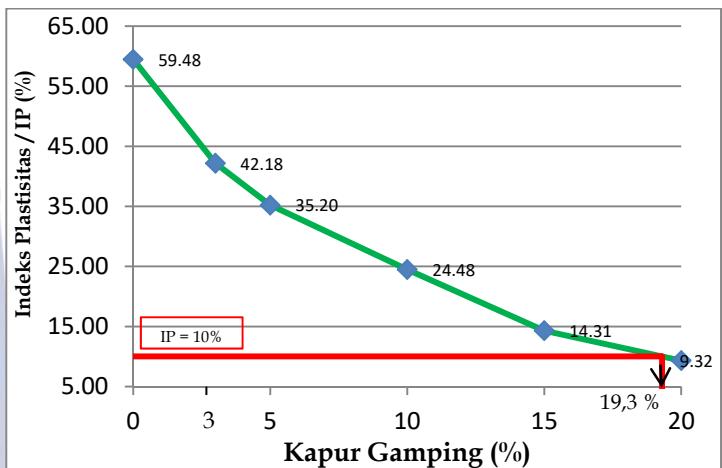
Sumber: Hasil Laboratorium



Gambar 7. Grafik nilai CBR penetrasi 0,1" dan penetrasi 0,2" pada variasi persentase penambahan kapur gamping

Sumber: Hasil Laboratorium

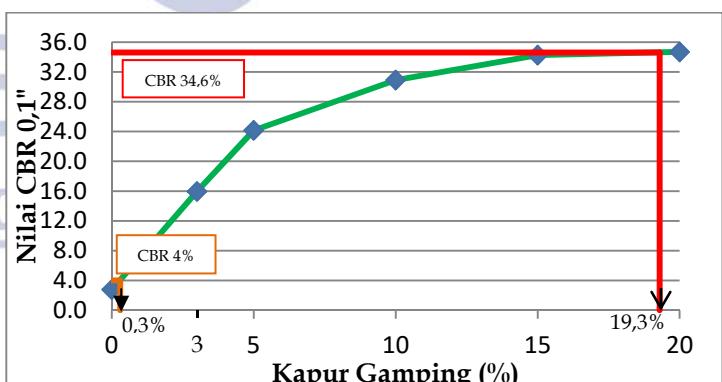
Dari Tabel 7. dan Gambar 7. dapat dilihat bahwa semakin banyak penambahan kapur gamping pada tanah lempung maka nilai CBR akan semakin meningkat. Adanya variasi penambahan kapur gamping menyebabkan meningkatnya kadar air optimum yang dibutuhkan tanah lempung untuk berikatan satu sama lain dan membentuk volume butiran yang lebih besar. Sehingga dengan semakin besar volume butiran maka akan meningkatkan kekerasan dan kekuatan tanah.



Gambar 8. Grafik batas minimum penambahan kapur gamping untuk nilai Indeks Plastisitas (IP) lapis pondasi bawah (Sub-base)

Sumber: Hasil Laboratorium

Berdasarkan hasil dari Gambar 8. menunjukkan bahwa untuk memenuhi syarat batas minimum Indeks Plastisitas lapis pondasi bawah (Sub-base) dengan nilai $IP \leq 10$, maka dibutuhkan penambahan kapur gamping sebesar 19,3%. Penambahan kapur gamping tersebut selanjutnya akan diplotkan pada Gambar 4.9 untuk mendapatkan nilai CBR lapis pondasi bawah (Sub-base).



Gambar 9. Grafik batas minimum penambahan kapur gamping untuk nilai CBR tanah dasar (subgrade) dan lapis pondasi bawah (Sub-base)

Sumber: Hasil Laboratorium

Berdasarkan hasil dari Gambar 9. menunjukkan bahwa untuk mendapatkan nilai batas minimum CBR tanah dasar (Subgrade) sebesar 4% pada penetrasi 0,1" dibutuhkan kapur gamping sebanyak 0,3%. Sedangkan agar syarat

lapis pondasi bawah (sub-base) dengan nilai IP ≤ 10 dan nilai CBR $> 25\%$ dapat terpenuhi maka digunakan penambahan kapur gamping sebanyak 19,3% untuk memenuhi syarat Indeks Plastisitas (IP) Minimum 10% (dari Gambar 8.) dan nilai CBR penetrasi 0,1" sebesar 34,6%.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian tanah lempung ekspansif yang distabilisasi dengan kapur gamping dapat diambil beberapa kesimpulan.

1. Untuk memenuhi persyaratan CBR tanah dasar (Subgrade) untuk jalan raya dengan nilai batas minimum CBR sebesar 4% maka dibutuhkan persentase penambahan kapur gamping sebesar 0,3%.
2. Untuk memenuhi persyaratan lapis pondasi bawah (Sub-base) untuk jalan raya dengan nilai batas minimum CBR diatas 25% dan IP dibawah 10% maka dibutuhkan persentase penambahan kapur gamping sebesar 19,3%.

Saran

1. Pemanfaatan penambahan kapur gamping pada tanah lempung di daerah Randegansari, Driyorejo dapat dipakai sebagai bahan stabilisasi tanah untuk perbaikan tanah dasar (Subgrade) ataupun untuk lapis pondasi bawah (Sub-base).
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk pemanfaatan kapur gamping Gresik sebagai bahan stabilisasi tanah ekspansif dengan tujuan meningkatkan nilai CBR di daerah lain.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk pemanfaatan kapur gamping dari daerah lainnya sebagai bahan stabilisasi tanah ekspansif dengan tujuan meningkatkan nilai CBR.

DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, Nur. 1994. *Panduan Praktikum Laboratorium Mekanika Tanah I*. Surabaya : UNESA Universitas Press.
- Bowles, Joseph E. 1984. *Sifat-Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah)*. Erlangga, Jakarta.
- Braja, M. Das, Terjemahan Endah Noor, B. Mochtar Indrasurya. 1988, *Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga, Jakarta.
- Denny Yuniar P. P. 2013. *Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Daerah Martajasah Bangkalan Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Test*. Jurnal Skripsi: Universitas Negeri Surabaya.
- Fajar Hidayat. 2013. *Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura Pada Tanah merah Di Daerah Bangkalan Terhadap Nilai California Bearing*

Ratio (CBR) Test. Jurnal Skripsi: Universitas Negeri Surabaya.

Hary Christady Hardiyatmo. (2010). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

Hary Christady Hardiyatmo. (2010). *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

Mochtar, Indrasurya. B. 1994. *Rekayasa Penanggulangan Masalah Pembangunan pada Tanah-Tanah yang Sulit*. Surabaya: ITS University Press

Puspita Anggraeni. 2014. *Pengaruh Penambahan Fly Ash Pada Tanah Lempung Di Daerah Randegansari Kabupaten Gresik Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)*. Jurnal Skripsi: Universitas Negeri Surabaya.

Ridwan, Machfud. 2003. *Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah I*. Surabaya : UNESA University Press.

Saodang, Hamirhan. 2004. *Konstruksi Jalan Raya (Buku 2: Perencanaan Perkerasan Jalan Raya)*. Bandung: Nova.

Senja Rum Harnaeni. 2007. *Tinjauan CBR Lempung Yang Distabilisasi Dengan Kapur Pada Pemadatan Sisi Basah*. Jurnal: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Anonim. 2008. *SNI Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah*. Badan Standarisasi Nasional.

_____. 1989. *SNI Cara Uji CBR Laboratorium*. Badan Standarisasi Nasional.

_____. 2012. *SNI Cara Uji CBR Laboratorium*. Badan Standarisasi Nasional.

Sukirman, Silvia. 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: Nova.

Tim Penyusun 2014. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surabaya: Unesa University Press