

TUGAS AKHIR
KAPASITAS DAYA DUKUNG ELEMEN BLOK GEOKOMPOSIT
STABILISASI LIMBAH ASPAL BUTON



NURUL MARFU'AH AS

D111 14 314

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN

2019





**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**

Jl. Poros Malino km. 6 Bontomaranu, 92172, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan
☎ <http://civil.unhas.ac.id> ✉ civil@eng.unhas.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar

Judul Tugas Akhir

**KAPASITAS DAYA DUKUNG ELEMEN BLOK GEOKOMPOSIT
STABILISASI LIMBAH ASPAL BUTON**

Disusun oleh

**NURUL MARFU'AH AS
D111 14 314**

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Eng. Tri Harianto, ST, MT
NIP: 197203092000031002

Sitti Hijraini Nur, ST, MT
NIP: 197711212005012001

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Sipil



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, MEng
NIP: 196805292001121002

versi 1.01



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr.wb. Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan petunjuk serta rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang bertema “ Kapasitas Daya Dukung Elemen Blok Geocomposite Stabilisasi Limbah Aspal Buton”.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna sehingga kritik dan saran sangatlah diharapkan dengan tujuan memberi masukan untuk kedepannya dan juga tugas akhir ini tentu saja tidak semata-mata selesai karena penulis sendiri, banyak pihak yang turut membantu dalam penyusunan tugas akhir ini, untuk itu saya sebagai penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr.Eng.Tri Harianto S.T., M.T selaku Pembimbing 1 saya dan kepada Ibu St.Hijraini Nur S.T., M.T selaku Pembimbing II saya. Saya ingin mengucapkan terima kasih atas bimbingan dan arahan yang diberikan kepada saya hingga tugas akhir ini selesai. Juga saya ingin berterima kasih karena telah banyak membimbing saya selama saya kuliah di Teknik Sipil dan sebagai Asisten Laboratorium Mekanika Tanah.
2. Bapak Ichsan Rauf selaku S3 saya yang selalu sabar selama penelitian dan selalu membimbing kami di laboratorium maupun di kehidupan pribadi kami.
3. Kepada kedua orang tua saya yang sampai saat ini menjadi motivasi terbesar saya untuk berbuat kebaikan, selalu berbuat jujur dan menuntut ilmu hingga saat ini dan kedepannya. Terima kasih atas dukungan yang tak henti-hentinya kalian berikan dan terima kasih sudah sabar mendidik saya.
4. Kepada seluruh dosen Departemen Teknik Sipil yang sangat berjasa memberikan kami ilmu yang sangat bermanfaat sehingga kami kelak bisa menjadi orang yang berguna bagi nusa dan bangsa.



5. Kepada seluruh mahasiswa S3 terkhusus Ibu Ramdhania Tenreng dan Pak Antari Subhi terima kasih karena telah menganggap saya seperti partner penelitian dan seperti anak sendiri. Terima kasih karena telah memberi warna yang berbeda di laboratorium yang menegangkan dan di hari-hari yang sangat melelahkan. Semoga bapak dan ibu sekalian selalu diberkahi kesehatan dan keselamatan oleh Allah SWT.
6. Kepada saudara-saudari saya PORTAL 2015 yang telah menemani proses saya mulai dari awal hingga saat ini. Mulai dari hitam putih hingga kembali hitam putih. Tanpa kalian saya tidak bisa sampai ke tahap ini, tanpa kalian hari-hari saya di Teknik sama sekali tidak bermakna. Terima kasih telah memberikan sejuta warna pada hidup saya. Saya percaya, semua yang dilalui merupakan bagian dari proses kita semua. Semoga kita semua bisa dipertemukan lagi dilain waktu dan masih dengan warna yang sama. Untuk yang belum sarjana. Sarjana tepat waktu itu tidak penting, yang penting adalah sarjana di waktu yang tepat. Semangat Saja!
7. Terima kasih pula untuk Kanda Febiyanto yang senantiasa memberikan dukungan moril kepada saya. Semoga selalu dilindungi dan diberkahi langkahnya oleh Allah SWT. Aamiin.
8. Teruntuk sahabat-sahabat yang saya cintai yang teruji dan *qualified*: Ummu istri pertama anjas yang selalu hadir walaupun harus tidur di balai, Diana yang lengkap laporan laboratoriumnya padahal *screening* tonji, MMS tonji, asisten tonji, JLLT tonji tapi selesai barang-barang luar biasa metto. Yuyun si status ganda (bisa jadi cewe/cowo tergantung kebutuhan pasar), yang selalu hadir dan selalu mengerti tapi sempat terjerat pasal tersangka penghasutan bersama beberapa yang lainnya. Grace container andalan 2014 yang zangar 01, pa'gorra pa'gorra (tapi tuntutan perangi tawwa) yang sebenarnya kalau dekatki baik hatinya, peduli sama segala jenis warga (warga HMS, warga Terasa, warga warga lainnya). Nabilah si bendahara angkatanku now and forever yang selalu panik panik zuhartina dikala aumi pengumpulan, Tiara yang kalau naajakki makan bisa sampai maros



kalau lagi panjang ceritanya. Naje yang baru baru ini patah hati karena hmm. Sri yang hidupnya hanya dipenuhi dengan drama korea oppa oppa Gangnam style. Prof. Cimo pa'gorra gorra 02 yang sudahmi hasil (S2) dikala saya sedang mengerjakan revisi hasil (S1). Ukhti Laras yang Insya Allah istiqamah yang punya seblak terenak di Makassar. Ayu si hitz enrekangcuuu yang Insya Allah disegerakan oleh teman SM* ku. Tami si hitz pacerakkang, moncong loe dan sekitarnya.

9. Teruntuk warga Panti Jompo Mawang, Fian si paru-paru kanan di masanya yang selalu bilang ke saya “ Begitu jeko memang kau” sampai sekarang. Baso si ketude tebengan tetap pergi *screening*, Fadel si titisan Mandiri,Aswin yang baperan,Alvin koord.angkatan anaknya Iis Dahlia, Abi si baik hati yang seumur hidupnya selalu disuruh mendesain, Doko yang selalu bijak tapi digagalkan cintanya oleh KKN Miangas alhasil dibubarkan KKN Miangas karena Doko patah hati. Arsyal ketua kelas andalannya Kelas B. Taka si #2020gantilatar
10. Teruntuk Aan driver grabku dan Grace yang lagi mencari calon yang shaleha, berminat? segera kirim CV ke emailku. Windu teman cowoku yang baik hati yang selalu membantu di laboratorium sekaligus mendengar ceritaku dikala bosan, semoga selalu dimudahkan jalanmu. Anjas si melankolis yang fleksibel dan dicintai oleh teman teman cewenya. Kanda Wahyu Winarnosky ketua himpunancu si senior di SMA yang selalu bikin ketawa bahkan di momen momen menegangkan dan Ari partner litbangku yang selalu harus angkat tas laptopta.
11. Terimakasih yang sebesar-besarnya untuk Kak Ali,Kak Sompaa, Kak Miftah,Kak Nisa,Kak Ebhy,Kak Zul,Kak Darni,Kak Syahrin, Kak Bayu , Kak Suci, Acca,Diana,Ummu,Ira,Fira,Ahmad,Abul, Kintan, Sri,Tasya,Mute,Wira dan Anto yang sudah menjadi keluarga saya selama saya menjadi asisten mektan.



12. Tak lupa pula saya ucapkan terima kasih untuk kanda-kanda zenior dan adik adik yang telah menemani dan menjadi saksi sejarah perjuangan saya untuk berproses di HMS. Untuk kanda-kanda zenior, sukses untuk meniti karier dan untuk adik-adik jangan lupa untuk KOFTTE. Jaga selalu HMS.
13. Terima kasih kepada pihak yang tidak sempat saya sebutkan. Semoga kalian semua selalu dilindungi oleh Allah SWT. Aamiin

Akhir kata, semoga penelitian ini bisa bermanfaat dan semoga dengan dilakukannya penelitian ini, bisa menjadi acuan desain ataupun diaplikasikan di dunia nyata. Wassalamualaikum wr.wb

Gowa, 10 Mei 2019

NURUL MARFU'AH AS



KAPASITAS DAYA DUKUNG ELEMEN BLOK GEOKOMPOSIT STABILISASI LIMBAH ASPAL BUTON

Nurul Marfu'ah As
Mahasiswa S1 Program Studi Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jalan Poros Malino Km 6 Bontomarannu, 92172 Gowa, Sulawesi Selatan
Indonesia
E-mail:nurulmarfuah.nm@gmail.com

Dr. Eng. Tri Harianto, S.T., M.T.

Sitti Hijraini Nur, S.T., M.T.

Pembimbing 1
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jalan Poros Malino Km 6, Bontomarannu

Pembimbing 2
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Jalan Poros Malino Km 6 Bontomarannu

ABSTRAK

Kerusakan jalan sebagian besar disebabkan oleh rendahnya kapasitas dukung dari lapisan pondasinya dalam menerima beban kendaraan yang melintas di atasnya. Hal ini tidak lepas dari sifat material timbunan yang digunakan, baik itu sirtu, kerikil, maupun tanah. Material timbunan yang baik adalah material yang mempunyai daya dukung tinggi namun tidak menjadi beban untuk lapisan dibawahnya. Material timbunan ringan merupakan solusi untuk mereduksi kerusakan jalan akibat lapis pondasi pada konstruksi jalan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan material timbunan geokomposit ringan dengan mengganti sebagian tanah lempung dengan expanded polysterene (EPS) yang distabilisasi dengan limbah aspal buton (BAW). Variasi limbah aspal buton yang digunakan sebesar 3%,5%,7% dan 9%, sementara variasi EPS yang diberikan sebesar 0,15% dan 0,3 %. Pemeraman benda uji dilakukan selama 7 dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa substitusi tanah dengan EPS mampu mereduksi kepadatan kering sebesar 10% hingga 20%, adapun masa pemeraman 7 hari dapat meningkatkan nilai CBR sebesar 5 kali pada EPS 0,15% dan 4 kali pada EPS 0,30%. Sedangkan masa pemeraman 28 hari dapat meningkatkan nilai CBR sebesar 10 kali pada EPS 0,15% dan 6 kali pada EPS 0,3%. Berdasarkan Persyaratan nilai CBR dalam SNI 03-3437-1994 dan SNI 03-3438-1994, untuk pengaplikasian sebagai lapis pondasi bawah (LPB), semua variasi memenuhi kecuali : variasi 0,15% EPS dengan BAW 9%, dan variasi 0,3% EPS dengan BAW 3% dan 9%.

Kata kunci : Kerusakan jalan,daya dukung,stabilisasi,limbah aspal buton,CBR,
EPS,Lapis pondasi bawah.



BEARING CAPACITY OF GEOCOMPOSITE BLOCK ELEMENT WITH BUTON ASPHALT WASTE STABILIZATION

Nurul Marfu'ah As

Bachelor Degree of Student Civil Engineering Study Program
Departement of Civil Engineering Faculty of Engineerig Hasanuddin University
Poros Malino Street Km 6 Bontomarannu, 92172 Gowa, South Sulawesi-
Indonesia
E-mail:nurulmarfuah.nm@gmail.com

Dr. Eng. Tri Harianto, S.T., M.T.

Sitti Hijraini Nur, S.T., M.T.

Supervisor 1

Faculty of Engineering Hasanuddin University
Poros Malino Street Km 6, Bontomarannu

Supervisor 2

Faculty of Engineering Hasanuddin University
Poros Malino Street Km 6, Bontomarannu

ABSTRACT

Road damage is largely due to the low bearing capacity of the foundation layer in accepting the burden of vehicles passing on it. This can not be separated from the nature of the embankment material used, both sirtu, gravel, and soil. A good embankment material is a material that has a high bearing capacity but does not become a burden for the layers below it. Light weight material is a solution to reduce road damage due to the foundation layer in road construction. This study aims to develop a mild geocomposite heap material by replacing a portion of clay with expanded polysterene (EPS) stabilized with buton asphalt waste (BAW). Variations of buton asphalt waste are used at 3%, 5%, 7% and 9%, while the variation of EPS given is 0.15% and 0.3%. The curing of specimens was carried out for 7 and 28 days. The test results showed that the substitution of soil with EPS was able to reduce dry density by 10% to 20%, while the curing period of 7 days could increase the CBR value by 5 times on EPS 0.15% and 4 times on EPS 0.30%. While the 28-day curing period can increase the CBR value by 10 times on EPS 0.15% and 6 times on EPS 0.3%. Based on the requirements of CBR values in SNI 03-3437-1994 and SNI 03-3438-1994, for application as a subbase layer, all variations is qualified, except: variations of 0.15% EPS with BAW 9%, and variations of 0.3 % EPS with BAW 3% and 9%.

Keywords : Road damage, bearing capacity, stabilization, buton asphalt waste, CBR, EPS, bottom foundation layer.



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I	i
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanah Lempung	6
2.1.1 Karakteristik Lempung.....	6
2.1.2 Struktur Mineral Lempung.....	6
2.1.3 Sifat Umum Mineral Lempung	9
2.2 Stabilisasi Tanah	10
2.3 Pemilihan Bahan Tambah untuk Stabilisasi.....	11
2.3.1 Pertimbangan Pemilihan Bahan Tambah	11
2.3.2 Metode Pemilihan Bahan Tambah	12
California <i>Bearing Ratio</i>	15
erat Jenis	15



2.6 Batas-Batas Atterberg	16
2.7 Pemadatan	18
2.8 <i>Expanded Polysterene (EPS)</i> sebagai Material Tambahan	18
2.8.1 Karakteristik <i>Expanded Polysterene (EPS)</i>	18
2.9 Penelitian Terdahulu	21
BAB III	25
METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	25
3.1.1 Lokasi Pengambilan Sampel.....	25
3.1.3 Waktu Penelitian	25
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	25
3.3 Kerangka Alir Penelitian.....	26
3.4 Rancangan Penelitian	27
3.5 Pengujian Sampel.....	33
BAB IV	36
HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Karakteristik Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Lempung.....	36
4.1.1 Hasil Pengujian Karakteristik Fisis Tanah Lempung.....	37
4.1.2. Hasil Pengujian Mekanis Tanah Lempung	41
4.2 Pengaruh Penambahan Limbah Aspal Buton dan <i>Expanded Polystyrene</i> (EPS) terhadap nilai <i>California Bearing Ratio</i>	43
4.2.1 Variasi Limbah Aspal Buton (<i>Buton Asphalt Waste/BAW</i>) dan 0,15% EPS.....	43
4.2.2 Pengujian <i>California Bearing Ratio</i> pada Waktu Pemeraman 7 Hari	43
4.2.2 Variasi Limbah Aspal Buton (<i>Buton Asphalt Waste/BAW</i>) dan 0,3%	48



4.2.2 Penambahan Variasi <i>Expanded Polystyrene</i> (EPS) dan Limbah Aspal Buton	53
4.3 Pengaruh Penambahan EPS pada Tanah Terstabilisasi Limbah Aspal Buton (<i>Buton Asphalt Waste</i> / BAW) Terhadap Perubahan Berat Isi.....	56
4.4 Penentuan Komposisi untuk Pengaplikasian pada Lapisan Jalan	59
BAB V	61
KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Petunjuk awal untuk pemilihan metode stabilisasi (Hicks, 2002)....	13
Tabel 2.2	Penerapan Stabilisasi Tanah (Ingles dan Metcalf,1972).....	14
Tabel 2.3	Klasifikasi tanah berdasarkan nilai CBR	15
Tabel 2.4.	Berat Jenis Tanah (<i>Specific gravity</i>)	16
Tabel 2.5.	Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah	17
Tabel 2.5.	Penelitian Terdahulu	21
Tabel 3.1	Alat-Alat dan Gambar Pengujian Sifat Fisik	28
Tabel 3.2	Alat-alat dan Gambar Pengujian Sifat Mekanis	30
Tabel 3.3	Tabel Rencana Variasi Komposisi Benda Uji Stabilisasi	33
Tabel 3.4	Standar Pengujian Sifat Fisik Tanah	34
Tabel 3.5	Standar Metode Pengujian Sifat Mekanis Tanah	35
Tabel 4.1	Karakteristik Pengujian Tanah Asli	36
Tabel 4.2	Nilai CBR tanah asli pada penurunan 0,1 inch dan 0,2 inch	42
Tabel 4.3	Nilai CBR geokomposit dengan penambahan BAW dan 0,15% EPS pemeraman 7 hari	43
Tabel 4.4	Nilai CBR geokomposit dengan penambahan BAW dan 0,15% EPS pemeraman 28 hari	45
Tabel 4.5	Tabel Rekapitulasi Nilai CBR dengan Penambahan BAW + 0,15% EPS pada pemeraman 7 Hari dan 28 Hari	46
Tabel 4.6	Nilai CBR geokomposit dengan penambahan BAW dan 0,3% EPS pemeraman 7 hari	48
Tabel 4.7	Nilai CBR geokomposit dengan penambahan BAW dan 0,3% EPS pemeraman 28 hari	50
Tabel 4.8	Tabel Rekapitulasi Nilai CBR dengan Penambahan BAW 0,3% EPS pada pemeraman 7 Hari dan 28 Hari	51
Tabel 4.9	Nilai CBR Variasi EPS+ BAW Waktu Pemeraman 7 Hari	53
Tabel 4.10	Nilai CBR Variasi EPS+ BAW Waktu Pemeraman 28 Hari	54
Tabel 4.11	Tabel Perbandingan Berat Sampel terhadap Berat Tanah Asli.....	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Struktur Dasar Mineral Lempung (Das, 1995).....	7
Gambar 2.2.	Struktur <i>kaolinit</i> (Das Braja M,1988).....	8
Gambar 2.3.	Struktur <i>montmorillonit</i> (Das Braja M, 1988).....	8
Gambar 2.4.	Struktur <i>illinite</i> (Das Braja M, 1988).....	9
Gambar 2.5.	EPS dan pemanfaatannya dalam dunia industri.....	19
Gambar 3.1.	Bagan Alir Penelitian	27
Gambar 3.2.	Bahan-bahan untuk Penelitian	28
Gambar 3.3	Proses Pencampuran dan Pencetakan Sampel	32
Gambar 4.1	Grafik Batas Cair	37
Gambar 4.2	Grafik Gradasi Butiran.....	38
Gambar 4.3	Bagan Klasifikasi Tanah Berbutir Halus ASTM D2487.....	39
Gambar 4.4	Diagram Plastisitas	40
Gambar 4.5	Grafik hubungan Antara kadar air dan berat isi kering.....	41
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Penurunan – Beban	42
Gambar 4.7	Grafik Hubungan Nilai CBR Geokomposit Penambahan BAW dan 0,15% EPS Pemeraman 7 Hari	44
Gambar 4.8	Grafik Hubungan Nilai CBR Geokomposit Penambahan BAW dan 0,15% EPS Pemeraman 28 Hari	45
Gambar 4.9	Grafik Perbandingan Nilai CBR Variasi BAW + EPS 0,15% pada pemeraman 7 Hari dan 28 Hari	47
Gambar 4.10	Grafik Hubungan Nilai CBR Geokomposit Penambahan BAW dan 0,3% EPS Pemeraman 7 Hari.....	49
Gambar 4.11	Grafik Hubungan Nilai CBR Geokomposit Penambahan BAW dan 0,3% EPS Pemeraman 28 Hari.....	50
Gambar 4.12	Grafik Perbandingan Nilai CBR Variasi BAW + EPS 0,15% pada pemeraman 7 Hari dan 28 Hari.....	52
Gambar 4.13	Grafik Perbandingan Nilai CBR Variasi EPS+ Limbah Aspal Buton Waktu Pemeraman 7 Hari.....	53
Gambar 4.14	Grafik Perbandingan Nilai CBR Variasi EPS+ Limbah Aspal Buton Waktu Pemeraman 28 Hari.....	55



Gambar 4.15	Grafik Persentase Perbandingan Berat Sampel terhadap Berat Tanah Asli.....	57
Gambar 4.16	Grafik Rekapitulasi Nilai CBR dan Persyaratan CBR Minimal Untuk Lapisan Sub base.....	59



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perkerajaan konstruksi bangunan sipil, sering ditemukan lapisan tanah yang memiliki daya dukung rendah sedangkan dibutuhkan stabilitas tanah untuk keperluan penempatan bangunan, untuk struktur bangunan, maupun untuk bahan bangunan. Oleh karena itu, akhirnya muncul metode untuk meningkatkan daya dukung tanah yaitu dengan metode stabilisasi. Dalam pengertian luas, yang dimaksud stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu (Hary Christady,2010:1).

Dalam rekayasa geoteknik, stabilisasi tanah secara umum terbagi dalam tiga kategori, yaitu secara mekanis, secara kimiawi, dan secara fisik. Cara mekanis didasarkan atas usaha-usaha mekanis, yaitu seperti kompaksi dan konsolidasi. Ini merupakan cara yang paling umum yang digunakan, metode ini akan mengakibatkan kerapatan tanah meningkat, kompresibilitas tanah berkurang, yang kemudian diikuti pula dengan peningkatan kapasitas daya dukung dan stabilitas tanah. Secara kimiawi, suatu bahan kimia aditif seperti semen Portland, kapur, dan bahan kimia lainnya dicampurkan dalam tanah yang kemudian akan mengubah *properties* dan kekuatan tanah. Sedangkan pada cara fisik, suatu bahan perkuatan seperti geotekstil dimasukkan atau disusun pada lapisan tanah untuk memperkuat tanah.

Dalam pengaplikasiannya, metode stabilisasi dapat ditentukan dengan mempertimbangkan kondisi dan kebutuhan di lapangan. Beberapa tahun terakhir, telah banyak metode stabilisasi tanah yang dikembangkan. Peneliti berlomba-lomba untuk berinovasi dan memanfaatkan sumber daya alam bahkan limbah yang ada. Salah satunya adalah limbah aspal buton. Limbah aspal buton atau yang biasa

mineral aspal buton merupakan sisa pengolahan dari aspal buton yang berlimpah yang di produksi langsung di Pulau Buton. Aspal buton memiliki potensi aspal lokal yang depositnya mencapai 700 juta ton. Sehingga,



muncul inovasi untuk memanfaatkan limbah ini sebagai material stabilisasi tanah timbunan.

Namun, timbunan konvensional memiliki beberapa kekurangan. Salah satunya yaitu, memiliki berat yang lumayan besar. Material timbunan yang baik adalah material yang memiliki daya dukung yang tinggi namun tidak menjadi beban bagi lapisan tanah dasarnya. Akibat adanya permasalahan ini, timbul inovasi pengembangan timbunan ringan dengan memanfaatkan limbah plastik atau *Expanded Polystyrene* (EPS).

Limbah plastik merupakan masalah lingkungan terbesar karena materialnya tidak mudah diurai oleh alam baik oleh curah hujan dan panas matahari maupun oleh mikroba tanah sedangkan penggunaan plastik selalu meningkat. Tercatat tahun 2013 kemarin kebutuhan plastik dalam negeri sebesar 1,9 juta ton, meningkat 22,58% dari 2012, yaitu 1,55 juta ton, dan kebutuhan tersebut diprediksi tiap tahunnya akan meningkat secara terus-menerus. Pemanfaatan limbah *expanded polystyrene* juga merupakan upaya menekan pembuangan *expanded polystyrene* seminimal mungkin. Pemanfaatan limbah *expanded polystyrene* dapat dilakukan dengan pemakaian kembali (*reuse*).

Dalam penelitian ini, kita akan bahas mengenai desain stabilisasi tanah-limbah aspal buton -EPS untuk pengaplikasian lapisan jalan. Dan dari uraian yang dikemukakan di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul:

“KAPASITAS DAYA DUKUNG ELEMEN BLOK GEOCOMPOSITE STABILISASI LIMBAH ASPAL BUTON”



1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana karakteristik tanah lempung yang digunakan untuk penelitian ?
2. Bagaimana pengaruh variasi BAW dan variasi EPS terhadap kapasitas daya dukung geokomposit pada masa pemeraman 7 hari dan 28 hari?
3. Bagaimanakah komposisi material ringan yang memenuhi spesifikasi lapisan jalan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui karakteristik tanah lempung yang digunakan dalam penelitian.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi BAW dan variasi EPS terhadap kapasitas daya dukung geokomposit dengan waktu pemeraman 7 hari dan 28 hari.
3. Untuk mengetahui komposisi material ringan dan memenuhi spesifikasi lapisan jalan.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat berjalan efektif dan mencapai sasaran yang diinginkan maka penelitian dibatasi pada :

1. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah timbunan sekitar Kampus Fakultas Teknik Gowa Universitas Hasanuddin.
2. Variasi EPS yang digunakan adalah 0,15% dan 0,3% berdasarkan perbandingan berat. EPS yang digunakan adalah EPS lolos saringan no.4 tertahan no.10 dengan berat isi $0,022 \text{ gr/cm}^3$.
3. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah limbah aspal buton (BAW) dengan variasi 3%, 5%, 7% dan 9% berdasarkan perbandingan berat.
4. Waktu pemeraman adalah 7 hari dan 28 hari

Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium, bukan pada skala lapangan. Penelitian hanya meneliti sifat fisis dan mekanis tanah lempung, tidak meneliti unsur kimia tanah tersebut.



7. Sifat-sifat fisis dan mekanis tanah yang dianalisis adalah
 - a. Pengujian berat jenis
 - b. Pengujian kadar air
 - c. Pengujian batas-batas atterberg
 - d. Pengujian analisa saringan dan hidrometer
 - e. Pengujian pemadatan (kompaksi)
 - f. Pengujian *California Bearing Ratio*

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun agar pembahasan lebih terarah dan tetap menjurus pada pokok permasalahan dan kerangka isi. Dalam tugas akhir ini sistematika penulisan disusun dalam lima bab yang secara berurutan menerangkan hal-hal sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah ,rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori – teori dan tinjauan umum yang digunakan untuk membahas dan menganalisa tentang permasalahan dari penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tahap demi tahap prosedur pelaksanaan penelitian serta cara pengolahan data hasil penelitian. Termasuk juga kerangka alur penelitian.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil analisis perhitungan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menerangkan tentang kesimpulan beserta saran yang diperlukan untuk penelitian lebih lanjut dari tugas akhir ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung

2.1.1 Karakteristik Lempung

Lempung didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0.002 mm (Das, 1995). Hardiyatmo (2010), mengatakan sifat-sifat yang dimiliki dari tanah lempung yaitu antara lain ukuran butiran-butiran halus < 0.002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut tinggi dan proses konsolidasi lambat.

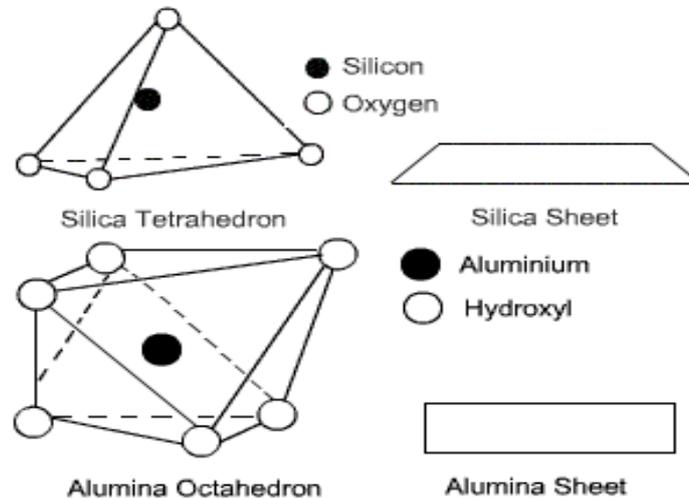
Sifat dan perilaku lempung terlihat pada komposisi mineral, unsur-unsur kimianya, dan partikel-partikelnya serta pengaruh yang ditimbulkan di lingkungan sekitarnya. Sehingga untuk dapat memahami sifat dan perilakunya diperlukan pengetahuan tentang mineral dan komposisi kimia lempung, hal ini dikarenakan mineralogi adalah faktor utama untuk mengontrol ukuran, bentuk dan sifat fisik serta kimia dari partikel tanah. Tanah lempung memiliki sifat khas yaitu apabila dalam keadaan kering dia akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air.

2.1.2 Struktur Mineral Lempung

Mineral lempung merupakan senyawa aluminium silikat yang kompleks. Mineral ini terdiri dari dua lempung kristal pembentuk kristal dasar, yaitu silika tetrahedral dan aluminium oktahedral. (Das, Braja M, 1988). Hampir semua mineral lempung berbentuk lempengan yang mempunyai permukaan spesifik (perbedaan antara luas permukaan dan massa) yang tinggi. Jenis-jenis



mineral lempung tergantung dari komposisi susunan satuan struktur dasar atau tumpuan lembaran serta macam ikatan antara masing-masing lembaran.



Gambar 2.1. Struktur Dasar Mineral Lempung (Das, 1995)

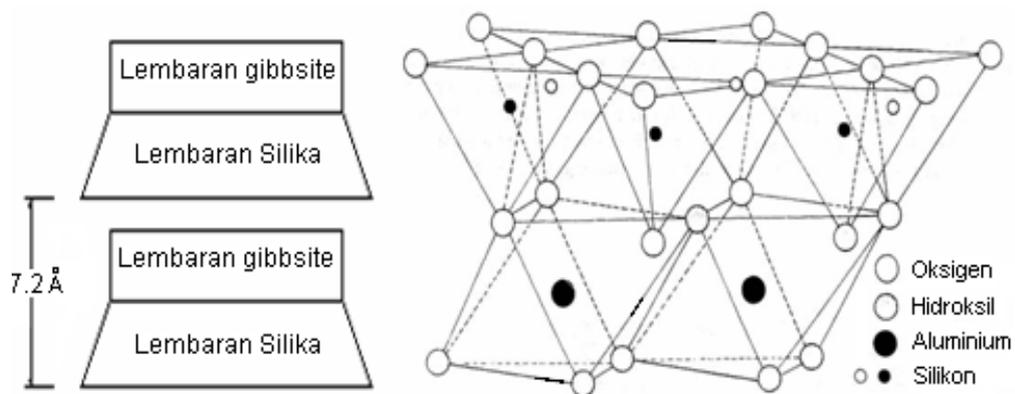
Umumnya partikel-partikel lempung mempunyai muatan negatif pada permukaannya. Hal ini disebabkan oleh adanya substitusi isomorf dan oleh karena pecahnya keping partikel pada tepi-tepinya. Muatan negatif yang lebih besar dijumpai pada partikel-partikel yang mempunyai spesifik yang lebih besar.

Jika ditinjau dari mineraloginya, lempung terdiri dari berbagai mineral penyusun, antara lain mineral lempung *kaolinite*, *montmorillonite*, dan *illite*.

Kaolinite merupakan hasil pelapukan sulfat atau air yang mengandung karbonat pada temperatur sedang. *Kaolinite* disebut sebagai mineral lempung satu banding satu (1:1). Bagian dasar dari struktur ini adalah lembaran tunggal silika tetrahedral yang digabung dengan satu lembaran aluminium oktehderal membentuk satu unit dasar. Warna kaolinite umumnya putih, putih kelabu, kekuning-kuningan atau kecoklat-coklatan. Mineral kaolinite berwujud seperti lempengan-lempengan tipis, masing-masing dengan diameter 1000 Å sampai 2000 Å dan ketebalan dari 100 Å sampai 1000 Å dengan luasan

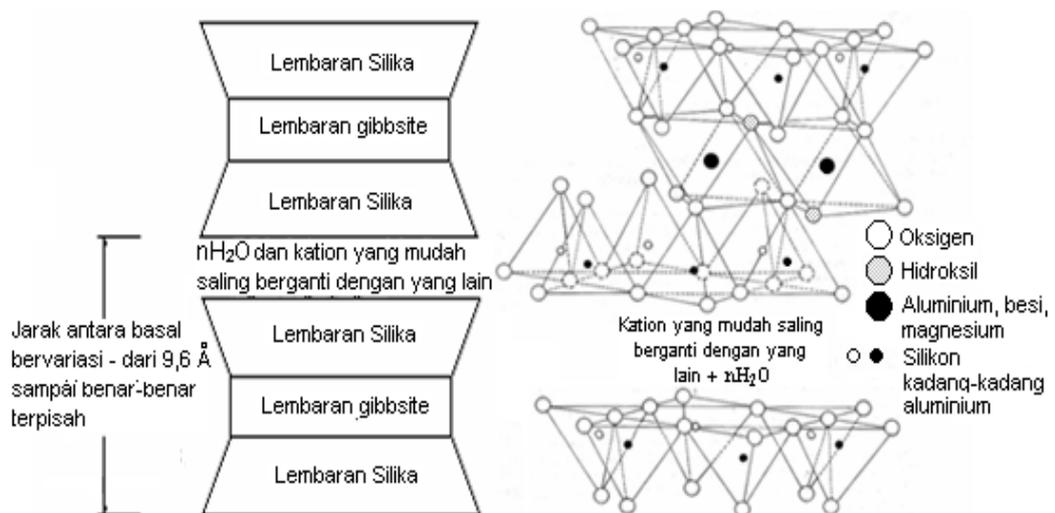
spesifik per unit massa $\pm 15 \text{ m}^2/\text{gr}$. Adapun rumus kimia dari *kaolinit* adalah $\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$.





Gambar 2.2. Struktur *kaolinit* (Das Braja M, 1988)

Montmorillonite disebut juga mineral dua banding satu (2:1) karena satuan susunan kristalnya terbentuk dari susunan dua lempeng silika tetrahedral mengapit satu lempeng alumina octahedral di tengahnya. Pada *montmorillonite* dapat terjadi pemuaiian (*swelling*) bila ada penambahan air yang terserap diantara kombinasi-kombinasi lemperan tersebut, karena mineral ini memiliki sifat pengembangan yang sangat tinggi. Hubungan antara satuan unit diikat oleh ikatan gaya Van der Walls. Adapun rumus kimia *montmorillonit* adalah $\text{Al}_2\text{Mg}(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2\text{kH}_2\text{O}$.

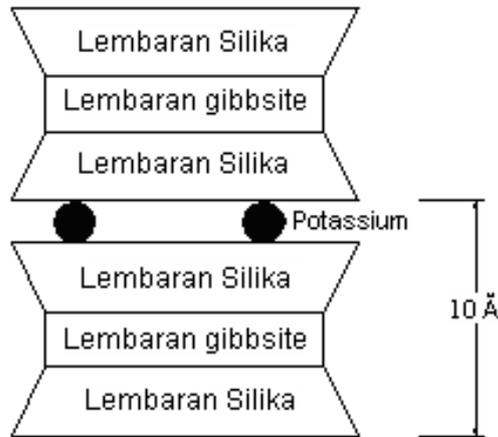


Gambar 2.3. Struktur *montmorillonit* (Das Braja M, 1988)

Illite memiliki formasi struktur satuan kristal, tebal dan komposisi yang hampir sama dengan *montmorillonite*. Perbedaannya pada :



- Pengikatan antar unit kristal terdapat pada kalium (K) yang berfungsi sebagai penyeimbang muatan, sekaligus sebagai pengikat.
- Terdapat $\pm 20\%$ pergantian silikon (Si) oleh aluminium (Al) pada lempeng tetrahedral.
- Struktur mineralnya tidak mengembang sebagaimana *montmorillonite*.



Gambar 2.4. Struktur *illinite* (Das Braja M, 1988)

2.1.3 Sifat Umum Mineral Lempung

Air *sangat* mempengaruhi sifat tanah lempung, karena butiran dari tanah lempung sangat halus, sehingga luas permukaan spesifikasinya menjadi lebih besar. Dalam suatu partikel lempung yang ideal, muatan positif dan negatif berada dalam posisi seimbang, selanjutnya terjadi substitusi isomorf dan kontinuitas perpecahan susunannya, sehingga terjadi muatan negatif pada permukaan partikel kristal lempung. Salah satu cara untuk mengimbangi muatan negatif, partikel tanah lempung menarik muatan positif (kation) dari garam yang ada di dalam air porinya. Hal ini disebut dengan pertukaran ion.

Pertemuan antar molekul air dan partikel lempung akan menimbulkan lekatan yang sangat kuat, sebab air akan tertarik secara elektrik dan air akan berada di sekitar partikel lempung yang disebut air lapisan ganda, yaitu air yang berada pada lapisan air resapan. Lapisan air inilah yang menimbulkan daya tarik menarik antar partikel lempung yang disebut *unhindered moisture*



film. Air lapisan ganda inilah yang menyebabkan sifat plastis pada tanah lempung.

2.2 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah secara umum merupakan suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Tujuan dari stabilisasi tanah adalah untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada sehingga membentuk struktur jalan atau pondasi jalan yang padat. Adapun sifat tanah yang telah diperbaiki tersebut dapat meliputi : kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan.

Menurut *Bowles*, 1991 beberapa tindakan yang dilakukan untuk menstabilisasikan tanah adalah sebagai berikut : meningkatkan kerapatan tanah, menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan/atau tahanan gesek yang timbul, menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan/atau fisis pada tanah, menurunkan muka air tanah (drainase tanah), mengganti tanah yang buruk.

Stabilisasi tanah adalah upaya yang dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Metode stabilisasi yang banyak digunakan adalah stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi mekanis adalah salah satu metode untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan cara perbaikan struktur dan perbaikan sifat-sifat mekanis tanah, sedangkan stabilisasi kimiawi yaitu menambah kekuatan dan kuat dukung tanah dengan jalan mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan dengan cara mencampur tanah dengan bahan kimia.

Salah satu cara terbaik menangani permasalahan tanah berdaya dukung rendah adalah mengganti tanah dasar tersebut dengan tanah yang cukup baik, tetapi hal ini biasanya membutuhkan biaya yang cukup besar. Oleh karenanya, akan upaya-upaya untuk mengatasi masalah tersebut dengan cara merubah sifat fisiknya untuk menekan biaya. Perbaikan sifat-sifat fisik dari tanah



kurang baik menjadi tanah yang baik dibidang rekayasa Teknik Sipil disebut sebagai stabilisasi tanah.

Stabilisasi tanah dapat dilakukan secara mekanis maupun menggunakan bahan-bahan aditif (zat kimia) biasa disebut sebagai bahan stabilisator. Secara mekanis stabilisasi tanah dilakukan dengan mengatur gradasi butiran tanah kemudian dilakukan proses pemadatan, sedangkan stabilisasi yang menggunakan bahan aditif dapat dilakukan dengan menambah bahan aditif kemudian dilakukan pemadatan.

2.3 Pemilihan Bahan Tambah untuk Stabilisasi

2.3.1 Pertimbangan Pemilihan Bahan Tambah

Menurut Hary Christady di dalam bukunya Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan, bahan perantara stabilisasi dipilih menurut macam tanah, kondisi masalah di lokasi pekerjaan stabilisasi, serta ke-ekonomisan penggunaannya. Jadi, dalam stabilisasi dengan bahan tambah, tanah di lokasi tetap digunakan, dengan tidak dilakukan pembongkaran untuk penggantian tanah setempat.

Pemilihan bahan tambah yang cocok bergantung pada maksud penggunaannya. Banyaknya kadar bahan tambah umumnya ditentukan dari uji laboratorium, yang mensimulasikan kondisi lapangan, cuaca, daya tahan atau uji kekuatan. Dalam beberapa hal, penambahan bahan tambah di dalam tanah memerlukan biaya pelaksanaan yang relatif tinggi. Karena itu, cara perbaikan tanah dengan pencampuran bahan tambah ini harus dibandingkan dengan tipe perbaikan tanah yang lain, seperti: pemadatan, penggantian dengan tanah yang lebih bagus atau penambahan agregat.

Beberapa pertimbangan yang dilakukan untuk memilih bahan tambah yang cocok adalah :

1. Jenis tanah yang akan distabilisasi
2. Jenis struktur yang distabilisasi
3. Ketentuan kekuatan tanah yang harus dicapai
4. Tipe dari perbaikan tanah yang diinginkan



5. Dana yang tersedia
6. Kondisi lingkungan

Sebagai contoh, semen dapat digunakan untuk stabilisasi sembarang jenis tanah. Namun semen lebih cocok untuk jenis tanah yang granuler, dan kurang cocok untuk tanah-tanah lempung plastis. Sebaliknya, kapur lebih cocok digunakan untuk stabilisasi tanah lempung dengan plastisitas sedang sampai tinggi. Kapur akan mengurangi plastisitas, memberi kemudahan untuk dikerjakan, mengurangi sifat mengembang dan menambah kekuatannya. Jika material berupa kerikil berlempung, kapur akan membuat material lebih kuat, dan jika campuran ini digunakan untuk struktur lapis pondasi pada perkerasan, maka akan memberikan kekuatan yang lebih tinggi. Kombinasi kapur-semen dan abu terbang cocok digunakan untuk stabilisasi struktur lapis pondasi (base course). Aspal cocok dicampur dengan pasir berlanau dan material granuler, karena aspal dapat membungkus seluruh butiran tanah.

2.3.2 Metode Pemilihan Bahan Tambah

Beberapa metode telah diusulkan dalam pemilihan bahan tambah. Beberapa metode yang diusulkan bergantung pada pengalaman organisasi dari Negara asalnya. Berikut ini akan dipelajari beberapa petunjuk dari cara pemilihan bahan tambah untuk stabilisasi tanah yang telah digunakan.

a. Alaska Department of Transportation and Public Facilities Research and Technology Transfer

Hicks (2002) dalam *Alaska Department of Transportation and Public Facilities Research and Technology Transfer* mengusulkan petunjuk cara pemilihan bahan stabilisasi, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.1. Dalam metode ini, distribusi ukuran butiran dan batas-batas Atterberg digunakan sebagai dasar penilaian macam stabilisasi yang akan digunakan. Petunjuk dalam Tabel 2.1 hanya sebagai pertimbangan awal, dan dapat digunakan untuk maksud modifikasi tanah seperti:



stabilisasi dengan kapur untuk membuat material lebih kering dan mengurangi plastisitasnya.

Tabel 2.1 Petunjuk awal untuk pemilihan metode stabilisasi (Hicks, 2002)

Material lolos saringan no.200	>25% lolos saringan no.200 (0,075 mm)			< 25% lolos saringan no.200 (0,075 mm)		
	≤ 10	10-20	≥20	≤ 6 (PI x persen lolos saringan no.200 ≤ 60)	≤ 10	≤ 10
Indeks Plastisitas , PI (%)						
Bentuk Stabilisasi :						
Semen dan campuran pengikat	Cocok	Ragu	Tidak cocok	Cocok	Cocok	Cocok
Kapur	Ragu	Cocok	Cocok	Tidak cocok	Ragu	Cocok
Aspal (bitumen)	Ragu	Ragu	Tidak cocok	Cocok	Cocok	Ragu
Aspal/semen dicampur	Cocok	Ragu	Tidak cocok	Cocok	Cocok	Ragu
Granuler	Cocok	Tidak cocok	Tidak cocok	Cocok	Cocok	Ragu
Lain-lain campuran	Tidak cocok	Cocok	Cocok	Tidak cocok	Ragu	Cocok

b. Ingles dan Metcalf (1972)

Distribusi ukuran butir tanah oleh Ingles dan Metcalf (1972) dijadikan sebagai salah satu pedoman dalam menentukan jenis stabilisasi maupun bahan stabilisasi yang digunakan . Berikut merupakan tabel Ingles dan Metcalf (1972), adapun pedoman ini masih merupakan gambaran kasar karena belum memperhatikan nilai karakteristik plastisitas dari bahan yang ingin distabilisasi.



Tabel 2.2 Penerapan Stabilisasi Tanah yang Cocok (Ingles dan Metcalf,1972)

Tipe Tanah		Lempung Halus	Lempung Kasar	Lanau Halus	Lanau Kasar	Pasir Halus	Pasir Kasar
Ukuran butir tanah		<0,0006	0,0006-0,002	0,002-0,01	0,01-0,06	0,06-0,4	0,4-2
Stabilitas volume tanah		Sangat Buruk	Sedang	Sedang	Baik	Sangat Baik	Sangat Baik
Tipe Stabilisasi	Kapur	[Efisiensi maksimum]					
	Semen	[Efektif, tapi pengendalian mutu sulit]					
	Aspal					[Efisiensi maksimum]	
	Polimerik-organik		[Efektif, tapi pengendalian mutu sulit]	[Efisiensi maksimum]			
	Mekanis		[Efisiensi maksimum]				
	Termal	[Efisiensi maksimum]					
		[Efisiensi maksimum] : Efisiensi maksimum		[Efektif, tapi pengendalian mutu sulit] : Efektif, tapi pengendalian mutu sulit			

c. Indiana Department of Transportations

Metode yang digunakan oleh *Indiana Department of Transportations* menguraikan metode pemilihan bahan tambah yang cocok untuk tanah tertentu yang didasari oleh nilai karakteristik plastisitas (PI,LL, dan PL) dan gradasi butiran tanah.

Untuk maksud stabilisasi tanah:

1. Kapur : Jika tanah mempunyai $PI > 10$ dan kadar lempung (0,002 mm) > 10 .
2. Semen : Jika tanah mempunyai $PI \leq 10$ dan persen lolos saringan no.200 $< 20\%$
3. Kapur, semen atau kombinasi dengan abu terbang : jika tanah $< 10\%$ lolos saringan no.200 dan $10 < PI < 20$.

Adapun kadar bahan tambah yang digunakan untuk stabilisasi :

1. Kapur : 3% - 9%
2. Semen : 3% - 10%
3. Abu Terbang : 10% - 25%



2.4 California Bearing Ratio

Metode pengukuran daya dukung tanah yang relatif mudah untuk dilakukan dan dimengerti adalah *California Bearing Ratio Test*. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kapasitas daya dukung tanah, metode ini pertama kali dikembangkan oleh Departemen Jalan Raya California pada tahun 1920. CBR merupakan perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan (*Test Load*) terhadap beban standar (*Standard Load*) dan dinyatakan dalam persentase. Semakin keras suatu bahan atau material yang digunakan maka semakin tinggi nilai CBR yang dihasilkan. Berikut merupakan tabel nilai CBR pada masing-masing jenis tanah.

Tabel 2.3 Klasifikasi tanah berdasarkan nilai CBR

CBR	General Rating	Uses	Classification System	
			Unified	AASHTO
0 - 3	Very poor	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 - 7	Poor to fair	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 - 20	Fair	Subbase	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20 - 50	Good	Base, sub base	GM, GC, SW, SM, SP, GI	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excellent	Base, sub base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

(sumber : Braja.M.Das. (1995), *Mekanika Tanah Jilid I*, hal 71,

Erlangga Surabaya)

Klasifikasi tanah Braja M. Das ini sering dijadikan acuan untuk menentukan standar perkerasan. Dimana apabila nilai CBR suatu bahan atau tanah yang digunakan memiliki nilai yang rendah dengan kualitas *Very Poor – Poor* maka bahan ini wajib distabilisasi, baik itu dengan cara stabilisasi mekanis, kimiawi maupun termal. Penentuan perlakuan stabilisasi ini tentu harus didasari dengan faktor-faktor yang telah diuraikan pada poin 2.3.2 ataupun beberapa pertimbangan lainnya.

2.5 Berat Jenis



Berat spesifik atau berat jenis (*specific gravity*) adalah perbandingan antara berat volume butiran padat (γ_s) dengan berat volume air (γ_w).

G_s tidak berdimensi. Secara tipikal, berat jenis berbagai jenis tanah berkisar antara 2.65 sampai 2.75.

Tabel 2.4. Berat Jenis Tanah (*specific gravity*)

Macam Tanah	Berat Jenis (Gs)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 -2,68
Lanau `anorganik	2,62 – 2,68
Lempung organik	2,58 -2,65
Lempung anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1, 37
Gambut	1,25 – 1,80

(Sumber: Hary Christady Hardiyatmo, 2012)

2.6 Batas-Batas Atterberg

Suatu hal yang penting pada tanah berbutir halus adalah sifat plastisitasnya. Plastisitas disebabkan oleh adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Istilah plastisitas menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak atau remuk.

Bergantung pada kadar air, tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, atau padat. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi. Menurut Atterberg batas-batas konsistensi tanah berbutir halus tersebut adalah batas cair, batas plastis, batas susut. Batas konsistensi tanah ini didasarkan kepada kadar air yaitu :

a. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis

b. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Pengertian batas plastisitas adalah sifat tanah dalam konsistensi, cair, plastis, semi padat, atau padat bergantung pada kadar airnya. Kebanyakan dari tanah lempung atau tanah berbutir halus yang ada di



alam dalam keadaan plastis. Secara umum semakin besar plastisitas tanah, yaitu semakin besar rentang kadar air daerah plastis maka tanah tersebut akan semakin berkurang kekuatan dan mempunyai kembang susut yang semakin besar.

Indeks plastisitas adalah selisih batas cair dan batas plastis (interval kadar air pada kondisi tanah masih bersifat platis), karena itu menunjukkan sifat keplastisan tanah

$$PI = LL - PL$$

Dimana :

PI = Plastis Indeks (%)

LL = Liquid Limit (%)

PL = Plastis Limit (%)

Tabel 2.5. Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Macam tanah	Sifat	Kohesi
0	Pasir	Non plastis	Non Kohesif
<7	Lanau	Rendah	Kohesif sedang
7-17	Lempung	Sedang	Kohesif
>17	berlanau Lempung murni	Tinggi	Kohesif

(sumber : Jumikis, 1962 dalam Hary,C.H, 2012)

c. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Suatu tanah akan mengalami penyusutan bila kadar air secara perlahan-lahan hilang dari dalam tanah. Dengan hilangnya air terus menerus akan mencapai suatu tingkat keseimbangan, dimana penambahan kehilangan air tidak akan menyebabkan perubahan volume tanah.



Kandungan mineral *montmorillonite* mempengaruhi nilai batas konsistensi. Semakin besar kandungan mineral *montmorillonite* semakin besar batas cair dan indeks plastisitas serta semakin kecil nilai batas susut dan batas plastisnya (Hardiyatmo, 2006)

2.7 Pemadatan

Dalam mekanika tanah, kata kerja “memadat” adalah menekan partikel-partikel tanah sampai rapat bersamaan dengan keluarnya udara dari ruang pori. Dengan demikian, yang disebut pemadatan tanah adalah usaha memadatkan tanah (mengurangi ruang pori) dengan cara mekanis, yaitu dengan menumbuk, menggilas, atau menggetarkan tanah.

Tujuan pemadatan adalah untuk memperbaiki mutu/kualitas tanah, karena :

1. Dapat memperbesar daya dukung tanah, karena sudut gesek dalam tanah bertambah besar dan kohesi (C) bertambah besar pula.
2. Mengurangi permeabilitas
3. Mengurangi *settlement* (penurunan tanah).
4. Mengurangi kembang susut tanah karena ruang pori menjadi sedikit.

Dalam mekanika tanah, ukuran kepadatan tanah adalah berat volume kering tanah (*dry density*) yang dinyatakan dengan notasi γ_{dry}

2.8 Expanded Polysterene (EPS) sebagai Material Tambahan

2.8.1 Karakteristik Expanded Polysterene (EPS)

Karakteristik Polysterene yaitu tahan benturan, menginsulasi panas, kaku, ringan, tahan air, kedap suara, sulit terurai, mudah dipotong, ekonomis, umumnya berwarna putih, larut dalam cairan kimia tertentu seperti eter, hidrokarbon aromatic dan chlorinated hydrocarbon. *Expanded Polysterene* merupakan bahan busa polimer yang secara umum dikenal dengan nama *styrofoam*. Kandungannya 98% udara dan sisanya merupakan senyawa *polystyrene*. Material ini sebagian besar digunakan sebagai bahan dalam



pengemasan produk-produk elektronik, bahan pecah belah, maupun pembungkus bahan makanan.



Gambar 2.5. EPS dan pemanfaatannya dalam dunia industri

EPS atau Expanded *Polystyrene System* sendiri merupakan bahan sejenis *styrofoam*, sama secara fisik namun berbeda dalam bahan pembuatannya. EPS dibuat dengan kepadatan yang lebih padat dan dengan zat adiktif khusus sehingga EPS ini tidak menjalarkan api ketika dibakar. Sedangkan *sterofoam* biasa akan menjalarkan api ke seluruh bagian badannya apabila dibakar dengan api.

EPS merupakan bahan plastik yang memiliki sifat khusus dengan struktur yang tersusun dari butiran yang berisi udara dan kerapatan rendah. Terdapat ruang-ruang di antara butirannya yang tidak dapat menghantarkan panas. Ini membuat EPS menjadi isolasi termal yang baik. Dengan karakteristiknya sebagai insulasi termal, EPS dapat digunakan sebagai dinding maupun kulit bangunan dimana ia akan menghambat hantaran panas matahari dari luar ke dalam ruangan. EPS sebagai bahan bangunan yang menghambat panas dapat berupa dinding luar, penutup atap, atau hanya sekedar lapisan pada dinding luar bangunan, tentunya dengan dimensi masing-masing yang sesuai.

Kemampuan EPS dalam menginsulasi panas dapat diuji coba dengan cara menyinari EPS berukuran 30×30 cm dengan lampu sorot atau menghadapkannya pada sumber panas sebagai pengganti panas matahari dengan jarak tertentu. Dan sisi yang berlawanan diukur suhunya. Suhu ini dibandingkan dengan mengukur suhu udara dekat sumber panas dengan



jarak yang sama tanpa EPS. Dengan begitu akan didapatkan seberapa efektif EPS menghambat laju panas.

Beberapa tahun terakhir para ahli rancang bangunan mulai menggunakan styrofoam sebagai dinding. Dibanding batu bata, dinding yang dilapisi EPS bisa mereduksi panas jauh lebih besar hingga 90%. Selain itu EPS juga bisa menjadi peredam suara.

EPS yang diperkuat dengan tulangan baja, dapat diolah menjadi komponen bangunan dengan bobot ringan. Pada dasarnya bangunan ini tidak berbeda dengan bangunan secara konvensional yang terdiri dari pondasi, sloof, kolom, ring balok dan dinding, namun bahan EPS dan tulangan baja lalu dibungkus dengan plesteran sehingga membentuk komponen berlapis yang disebut komponen prefabrikasi sandwich dinding.

Dengan prefabrikasi sandwich, maka pemasangan komponen utilitas seperti jaringan listrik, air minum, rangka pintu dan jendela, dapat dipersiapkan sebelum proses pemasangan. Jadi, untuk menutupi *foam* dan tulangan hingga terbentuk dinding, pemlesteran dapat dilakukan secara manual atau menggunakan mesin, tergantung dari ketersediaan alat, namun tidak mengurangi efisiensi dalam kecepatan waktu konstruksi.

Polystyrene pertama kali ditemukan pada tahun 1839 oleh Eduard Simon, seorang apoteker Jerman. Ada tiga bentuk *polystyrene*, yaitu *Extruded Polystyrene Expanded Polystyrene Foam*, dan *Extruded Polystyrene Foam*. Masing - masing dengan berbagai aplikasi *Polystyrene foam* merupakan insulator panas yang baik, oleh karena itu sering digunakan sebagai material insulator bangunan seperti panel insulator struktur bangunan. *Polystyrene foam* ini juga biasanya digunakan untuk beban struktural yang tidak berat seperti ornamen tiang (Wikipedia, 2013). Karakteristik dari *polystyrene* yaitu: tahan benturan, menginsulasi panas, kaku, keras, ringan, tahan air, kedap suara, sulit terurai, mudah dipotong, ekonomis, berwarna putih pada umumnya, larut dalam cairan kimia tertentu seperti *eterhidrokarbon aromatic dan chlorinated hydrocarbon*. Selain itu *polystyrene* juga memiliki kemampuan menyerap air yang sangat



kecil (kedap air) dibawah 0,25 %. Penggunaan *polystyrene* dalam beton dapat dianggap sebagai rongga udara. Namun keuntungan menggunakan *polystyrene* dibandingkan menggunakan beton berrongga adalah *polystyrene* mempunyai kuat tarik. Kerapatan atau berat satuan beton dengan campuran *polystyrene* dapat diatur dengan mengontrol jumlah *polystyrene* dalam beton

Menurut Tjokrodimuljo (2007), beberapa metoda dapat digunakan untuk mengurangi berat jenis beton diantaranya adalah dengan memakai agregat ringan. Hasil penelitian terdahulu dengan memanfaatkan *Styrofoam* sebagai bahan campuran untuk beton ringan, memberikan hasil beton dengan campuran *Styrofoam* dapat mempunyai berat jenis yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan beton normal. Jika beton normal mempunyai berat jenis sekitar 2400 kg/m³, maka beton dengan campuran *Styrofoam* dapat mempunyai berat jenis hanya sekitar 600 kg/m³ (Satyarno, 2004). Karena kuat tekannya yang relatif rendah maka sampai saat ini beton ringan *Styrofoam* hanya dipakai untuk bagian non struktur, misalnya bata beton atau panel dinding.

2.9 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.6. Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Hasil	Publikasi
Reza Jamshidi et al.2016	An Investigation On the Geotechnical Properties of Sand-EPS Mixture Using Large Oedometer Apparatus	Hasil menunjukkan bahwa permeabilitas, sudut gesekan internal, modulus kendala dan modulus 3-D Young menurun dengan konten inklusi. Namun, koefisien kompresibilitas volume	Contruction and Building Material, <u>Volume 113</u> , 2016, Pages 773-782



		dan koefisien K0 menunjukkan tren yang berlawanan. Model prediksi dikirim dalam bentuk Multi Linear Regression, simulasi MLR dan kinerja mereka dievaluas	
V. Belyakov, L. Bannikova	Study of the Effect of Recent Chemical Admixtures on the Modified Polystyrene Concrete Properties	Dependensi kekuatan beton, deformasi dan karakteristik panas-isolasi pada persentase campuran kimia dalam campuran ditentukan	Procedia Engineering <u>Volume 150</u> , 2016, Pages 1446-1451
Y.S. Golain, A.S. Patode	A New EPS Beads Based Lightweight Geomaterial for Backfilling and Embankment Construction	Pencampuran dan pengujian thetrial mengungkapkan bahwa kandungan manik-manik harus 0,8% hingga 1,0% dari berat fly ash dan kandungan semen 6% hingga 10% dalam rangka.	50 th IGC 50 th Indian Geotechnical Conference
Jinyuan Liu, 2009	A New Lightweight Geomaterial-EPS Composit Soil	kompresi bebas kekuatan berada di kisaran 50 ~ 550 kPa, yang memenuhi hampir semua persyaratan untuk	GeoHalifax2009



		<p>mengisi bahan.</p> <p>Kepadatan keduanya dan kekuatan tekan geomaterial ini dapat dengan mudah disesuaikan dengan mengubah rasio campuran.</p>	
K. Kawabe	A New Practical Solution for Effective Use of Dredged Sand-mixture of Dredged Sand and Lightweight Material	Proses ini memungkinkan kontrol atas kepadatan dan kekuatan campuran ringan. penelitian ini menjelaskan status teknologi konstruksi saat ini dengan menggunakan campuran ringan	Mechanical and Electrical Department of Shinko Construction Co., Anzen-cyo Turumi-ku Yokohama-shi Kanagawa-ken, Japan,
Syafrudin, 2007	Hubungan Teoritis antara Berat Isi Kering dan Kadar Air untuk Menentukan kepadatan Relatif	Dengan menggunakan hubungan teoritis antara berat kering unit, kadar air, S_r dan energi kompaksi, dapat menentukan zona kandungan air dan energi minimum yang diperlukan untuk mencapai kepadatan relatif 90% (RC 90%).	Info –Teknik Volume 8 No. 2, 2007 (142-150)



Hema Kumar Illuri	Development of Soil-EPS Mix For Geotechnical Application	Dengan meningkatnya kadar air, EPS tambahan dapat ditambahkan. Pencampuran stabilisator kimia bersama dengan EPS dapat meningkatkan kekuatan selain meningkatkan sifat keseluruhan.	Queensland University of Technology. (2007)
Ikizler, Mustafa Aytekin, Evin Nas	Laboratory Study of Expanded Polystyrene (EPS) geofom used with Expansive Soils	Melakukan pengujian terhadap karakteristik tanah ekspansif di laboratorium, selanjutnya uji eksperimental terhadap tanah tersebut dengan menambahkan EPS geofom secara berlapis untuk mengetahui nilai pengembangannya. Hasil menunjukkan bahwa penambahan EPS geofom dapat mereduksi berat isi tanah akan tetapi mengurangi nilai kuat gesernya.	Ikizler, Mustafa Aytekin, Evin Nas (2008)

