

DISERTASI

**STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN DINDING
GEOKOMPOSIT TANAH LEMPUNG STABILISASI KAPUR
AKTIVASI ALKALI – *EXPANDED POLYSTYRENE* (EPS)**

EXPERIMENTAL STUDY ON STRENGTH OF GEOCOMPOSIT WALL
FROM LIME STABILIZED CLAY ACTIVATED BY ALKALINE AND
EXPANDED POLYSTYRENE (EPS)

**RAMDANIA TENRENG
P0800316405**



**PROGRAM STUDI S3 TEKNIK SIPIL
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN DINDING
GEOKOMPOSIT TANAH LEMPUNG STABILISASI KAPUR
AKTIVASI ALKALI – *EXPANDED POLYSTYRENE (EPS)***

Disusun dan Diajukan oleh

**RAMDANIA TENRENG
P0800316405**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Disertasi
Pada tanggal 17 Desember 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui
Komisi Penasehat


Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST., M.Eng

Promotor


Dr. Eng. Ir. Tri Harianto, ST., MT



Co-Promotor


Ir. H. Achmad Bakri Muhiddin, M.Sc., Ph.D

Co-Promotor

Ketua Program Studi
S3 Teknik Sipil

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin


Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si., M.Eng.Sc.Ph.D  Prof. Dr. Ir. H.M Arsyad Thaha, MT



PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Ramdania Tenreng
Nomor Pokok : P0800316405
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan disertasi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

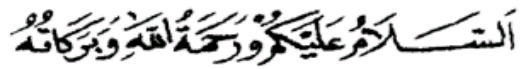
Makassar, Desember 2020

Yang menyatakan



Ramdania Tenreng

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas perkenanNya sehingga penelitian dan penulisan ini dengan judul **“Studi Eksperimental Kekuatan Dinding Geokomposit Tanah Lempung Stabilisasi Kapur Aktivasi Alkali - *Expanded Polystyrene* (EPS)”** dapat terselesaikan sebagaimana mestinya.

Disadari bahwa berbagai kendala yang dihadapi dalam penyusunan disertasi ini, hal ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak, terutama bantuan dan dukungan materil yang tak ternilai, untuk itu pada kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. **Prof. Dr. Ir. H. Muh. Wihardi Tjaronge, ST., M.Eng**, selaku promotor sekaligus penilai disertasi serta pembimbingan, arahan dan petunjuknya. **Dr. Eng. Ir. Tri Harianto ST., MT** dan **Ir. H. Achmad Bakri Muhiddin, M.Sc., Ph.D**, selaku Co-Promotor yang telah banyak meluangkan waktu, arahan dan bimbingannya yang begitu tulus dan ikhlas sehingga penyusunan disertasi ini kami dapat laksanakan dengan baik.
2. **Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si., M.Eng.Sc. Ph.D**, **Dr. Ir. Abd Rahman Djamaluddin, MT**, **Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Irmawaty, ST., MT**, **Dr. Eng. Ir. A. Arwin Amiruddin, ST., MT**, selaku penguji Internal yang telah banyak memberikan saran, kritikan dan masukan untuk kesempurnaan disertasi ini.
3. **Prof. Ir. Yusep Muslih Purwana, ST., MT., Ph.D.**, selaku penguji Eksternal yang telah banyak memberikan saran, kritikan dan masukan untuk kesempurnaan disertasi ini.

4. **Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu, MA**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin, **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc**, selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, **Prof. Dr. Ir. H.M. Arsyad Thaha, MT**, selaku Dekan Fakultas Teknik, **Prof. Dr. Ir. H.M. Wihardi Tjaronge, M.Eng**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil, **Prof. Ir. Sakti Adji Adisasmita, M.Si., M.Eng.Sc. Ph.D**, selaku Ketua Program Studi S3 Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.
5. **LPDP - BUDI DN** (Lembaga Pengelola Dana Pendidikan - Beasiswa Unggulan Dosen Indonesia Dalam Negeri) yang telah memberikan dukungan bantuan dana selama menempuh studi.
6. Bapak dan Ibu dosen serta staf S3 Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang banyak memberikan pengetahuan, bimbingan dan dukungan selama ini.
7. Teman-teman S1, S2 dan S3 Teknik Sipil 2016, **Dr. Ir. Ichsan Rauf, ST., MT** dan terutama team riset saya **Team Pakkamba'** yang sangat kompak, **Nur Aulia, ST., MT**, **Diana Fauziah ST**, **Ummu Sabihah ST**, **Rana Mentari ST**, dibantu oleh **Pramudyo Bayu Pamungkas ST**, **Rezki Amalia ST**, **Syahrin Ramadhan ST**, **Marfuah ST**, **Suci Dewi Sartika ST**, **Muh Arsyal ST**, **Muh Afif Fauzan ST** serta saudara **Zainal** selaku laboran Mekanika Tanah dan jajaran Asisten Laboratorium Mekanika Tanah, Asisten Laboratorium Struktur dan Asisten Laboratorium Energi Terbarukan Departemen Teknik Mesin. Kepadaanya Penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghormatan yang setinggi tingginya atas segala dukungan yang begitu tulus dan ikhlas.
8. Seluruh teman-temanku di luar sana yang tidak sempat saya sebutkan namanya satu persatu yang telah banyak memberi dukungan dan bantuan hingga penyelesaian disertasi ini.

Dengan segala kerendahan hati penulis sampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada kedua orang tua tercinta ayahanda **Alm. H. Tenreng** dan ibunda **Hj. Kamaria**, yang telah membesarkan, mendidik dan selalu memberikan dukungan dan doa. Serta seluruh keluargaku yang

berada di Makassar yang selalu memberikan dukungan untuk keberhasilan penulis.

Ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya terkhusus penulis ucapkan kepada suamiku tercinta **Dr. Ir. H. Antarissubhi, ST., MT** atas ketulusan, keiklasan, pengertian, kesabaran dan pengorbanan yang luar biasa, juga kepada anak-anakku **dr. Rezki Argha Nauli S.Ked** beserta menantu **dr. Hikban Fiqhi S.Ked. Dea Aulia Sari, S.Ds, Muhammad Miftahul Ma'rifah dan Nisrina Azzahra Khairunnisa** yang memberikan semangat dalam mengikuti program pendidikan ini.

Akhirnya, penulis menyadari disertasi ini masih banyak kekurangan yang perlu diperbaiki. Untuk itu dengan kerendahan hati penulis mohon masukan dan kritikan yang membangun demi kesempurnaan disertasi ini.

وَلَسْكَامُ عَلَیْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Makassar, Desember 2020
Penulis

Ramdania Tenreng

ABSTRAK

RAMDANIA TENRENG, Studi Eksperimental Kekuatan Dinding Geokomposit Tanah Lempung Stabilisasi Kapur Aktivasi Alkali - *Expanded Polystyrene* (EPS) (dibimbing oleh Muh. Wihardi Tjaronge, Tri Harianto dan Achmad Bakri Muhiddin)

Penelitian ini bertujuan untuk membuat dinding panel geokomposit tanah lempung stabilisasi kapur aktivasi alkali - *Expanded Polystyrene* (EPS) dan mengetahui sifat fisik dan mekanis serta kapasitas kuat tekan, modulus elastisitas, kuat lentur panel serta menganalisis konduktivitas termal dinding panel geokomposit. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan material geokomposit yang dibuat dengan mencampur EPS serut dengan tanah lempung stabilisasi kapur tohor aktivasi resin damar dan oksida besi dengan Metode Static Compaction berdasarkan persentase EPS pada benda uji sebesar 40%, 50%, 60% dan variasi aktivator sebesar 4%, 8%, 12%, 16% dan 20% terhadap berat kering tanah. Pemeraman benda uji selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari untuk menganalisis pengaruh waktu terhadap peningkatan nilai kekuatan benda uji. Kinerja material dianalisis dengan menguji material komposit yang meliputi: kompaksi mengacu pada ASTM D-698, kuat tekan bebas mengacu pada ASTM D-2166, modulus elastisitas, kuat lentur berdasarkan SNI 4431:2011 dan konduktivitas termal mengacu pada ASTM C177-04 Pengujian dilakukan pada satuan berat kering maksimum dan kadar air optimum dari campuran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan aktivator akan meningkatkan nilai kuat tekan bebas dan modulus elastisitas sedangkan penambahan EPS akan menurunkan kuat tekan bebas dan modulus elastisitas. Nilai kuat tekan dan modulus elastisitas tertinggi diperoleh pada komposisi 20% aktivator dan 40% EPS pada masa peram 28 hari, yaitu nilai kuat tekan sebesar 3436,52 kN/m² dan modulus elastisitas sebesar 6300,29 kN/m². Semakin bertambah masa peram, nilai kuat lentur akan semakin tinggi, namun penambahan EPS membuat nilai kuat lentur menjadi turun karena penambahan EPS mengurangi nilai kepadatan sehingga sifat kaku pada tanah semakin berkurang meskipun adanya aktivator. Dinding panel geokomposit memiliki nilai konduktivitas termal lebih rendah dibanding dengan panel gypsum yang menunjukkan bahwa dinding panel geokomposit memiliki kinerja terhadap temperatur yang lebih baik dalam mereduksi temperatur panas atau sebagai fungsi isolasi.

Kata kunci: *Expanded Polystyrene* (EPS), Tanah Lempung, Material Ringan, Dinding Geokomposit, Konduktivitas Termal

ABSTRACT

RAMDANIA TENRENG, Experimental Study on Strength of Geocomposite Wall from Lime Stabilized Clay Activated by Alkaline - Expanded Polystyrene (EPS) (supervised by Muh. Wihardi Tjaronge, Tri Harianto and Achmad Bakri Muhiddin)

This study aims to make geo-composite panel wall from lime stabilized clay activated by alkaline - expanded polystyrene (EPS) and to determine the physical and mechanical properties, compressive strength capacity, elastic modulus, flexural strength of panel and to analyze the thermal conductivity of the geocomposite panel walls. This research is focused on the development of geocomposite panel made by mixing chopped EPS with lime stabilized clay activated by gum rosin and iron oxide then compressed by *static compaction* method based on the percentage of EPS within the panel. The percentage of EPS were 40%, 50%, 60% combine with activator amount of 4%, 8%, 12%, 16% and 20% of the soil dry weights. Curing periods the experimental objects were 7, 14 and 28 days to analyze their correlation between curing time and the increasing of strength of the specimen. Specimen performances were analyzed by standardized composite testing includes: standard proctor refers to ASTM D-698; unconfined compressive strength refers to ASTM D-2166; modulus of elasticity, flexural strength based on SNI 4431: 2011 and thermal conductivity refers to ASTM C177-04. All measurement based on maximum dry weight unit and optimum moisture content of the mixtures. The test results show that activator additions will increase the unconfined compressive strength and modulus of elasticity, while in contrast, the addition of EPS will reduce the unconfined compressive strength and modulus of elasticity. The highest compressive strength and modulus of elasticity were obtained at the composition of 20% activator and 40% EPS after 28-days curing period, i.e. compressive strength of 3436.52 kN/m² and modulus of elasticity 6300.29 kN/m². The longer curing period, the higher the flexural strength, but the addition of EPS makes the flexural strength value decrease as the additional of EPS reduces the specimen density so that the stiffness of soil decreases, even though activator is presents in the mixture. Geocomposite panel walls have a lower thermal conductivity value if compared to gypsum panels which indicates that the geocomposite panel walls have better temperature performance in reducing temperatures in its function as insulation panel material.

Keywords: Expanded Polystyrene (EPS), Clay Soil, Light Material, Geocomposite Panel, Thermal Conductivity.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xviii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	6
E. Sistematika Penulisan	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Permasalahan Strategis Kekuatan Dinding Geokomposit.	8
B. Pemanfaatan Tanah Lunak, Alkali dan <i>Expanded Polysterene</i> (EPS) Sebagai Material Dinding	10
1. Karakteristik Tanah Lunak	10
2. Fungsi Aktivator pada Proses Stabilisasi	19

3. <i>Expanded Polysterene</i> (EPS) Sebagai Material Dinding	23
a. Karakteristik <i>Expanded Polysterene</i> (EPS)	23
b. Fungsi Pemakaian <i>Expanded Polysterene</i> (EPS) Panel	27
c. Keuntungan Menggunakan EPS Panel	27
C. Matriks Studi Terdahulu	31
D. Kerangka Pikir Penelitian	35
BAB III. METODE PENELITIAN	37
A. Lokasi Penelitian	37
B. Material/Bahan Penelitian	38
1. Tanah Lempung	38
2. Aktivator	39
3. Material <i>Expanded Polysterene</i>	40
C. Kerangka Penelitian	42
D. Rancangan Penelitian	44
1. Peralatan Penelitian	44
2. Rancangan Benda Uji Penelitian	46
3. Pengujian Material Geokomposit	50
4. Rancangan Uji Model Kinerja Panel Dinding Geokomposit	54
5. Uji Konduktivitas Termal	57
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	63
A. Karakteristik Fisis dan Mekanis Dasar Tanah	63
B. Karakteristik Pemasatan Tanah dan Tanah Terstabilisasi.	67

C. Karakteristik Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Geokomposit EPS-Tanah Terstabilisasi	68
D. Kuat Lentur Panel Geokomposit EPS-Tanah Stabilisasi Kapur Tohor Aktivasi Resin Damar dan Ferro Oksida	111
E. Pengaruh Penambahan EPS Terhadap Berat Isi Kering Geokomposit	118
F. Konduktivitas Termal Panel Geokomposit Sebagai Isolator	120
G. Temuan Empirik Penelitian	124
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	125
A. Kesimpulan	125
B. Saran	127
DAFTAR PUSTAKA	128

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1.	Tabel Persyaratan SNI 03 0344 1989	9
Tabel 2.	Simbol Klasifikasi Tanah Berdasarkan <i>Unified System</i>	11
Tabel 3.	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Kadar Organik	17
Tabel 4.	Variasi Komposisi Benda Uji Stabilisasi	47
Tabel 5.	Standar Pengujian Fisis dan Mekanis Tanah	54
Tabel 6.	Komposisi Panel Geokomposit	56
Tabel 7.	Alat Pengujian Konduktivitas Termal	57
Tabel 8.	Parameter Pengujian	61
Tabel 9.	Karakteristik Fisis dan Mekanis Tanah	63
Tabel 10.	Klasifikasi Konsistensi Tanah Berdasarkan Nilai Kuat Tekan	64
Tabel 11.	Klasifikasi Tanah Berdasarkan <i>Unified Soil Classification System</i>	66
Tabel 12.	Berat Isi Kering dan Kadar Air Optimum Terhadap Variasi Aktivator	68
Tabel 13.	Rekapitulasi Nilai Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Geokomposit Dengan Modulus Secant	110
Tabel 14.	Berat Isi Kering Terhadap Variasi Komposisi	118
Tabel 15.	Jenis Agregat Ringan yang Dipilih Berdasarkan Tujuan Konstruksi (SNI 03-3449-2002)	119
Tabel 16.	Rekapitulasi Nilai Konduktivitas Termal	123

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.	Bentuk Bata Ringan	10
Gambar 2.	Struktur Dasar Mineral Lempung	13
Gambar 3.	Struktur Kaolinite	14
Gambar 4.	Struktur Montmorillonite	15
Gambar 5.	Struktur Illite	15
Gambar 6.	EPS dan Pemanfaatannya Dalam Dunia Industri	25
Gambar 7.	Skema Kerangka Pikir Penelitian	36
Gambar 8.	Lokasi Pengambilan Sampel Tanah Lempung	38
Gambar 9.	Material Aktivator Yang Terdiri Dari Kapur Tohor, Resin Damar dan Oksida Besi	40
Gambar 10.	Material <i>Expanded Polysterene</i>	41
Gambar 11.	Diagram Alir Penelitian	43
Gambar 12.	Proses Pembuatan Sampel Geokomposit Ringan Dengan Metode Static Compaction	49
Gambar 13.	Pengujian Sampel/Benda Uji	50
Gambar 14.	Dimensi Panel Uji Kuat Lentur dan Uji Konduktivitas Termal	51
Gambar 15.	Proses Persiapan Pembuatan Panel Geokomposit	52
Gambar 16.	Lanjutan Proses Pembuatan Panel Geokomposit	53
Gambar 17.	Skema Uji Kuat Lentur Panel	55
Gambar 18.	Proses Pengujian Kuat Lentur Panel Geokomposit	56
Gambar 19.	Perletakan Titik Pengukuran Kabel <i>Thermocouple</i>	58

Gambar 20.	Tampak Atas Ilustrasi Alat Pengujian Konduktivitas Termal	59
Gambar 21.	Tampak Depan Potongan A-A	60
Gambar 22.	Tampak Perspektif Potongan A-A	60
Gambar 23.	Pengujian Konduktivitas Termal	61
Gambar 24.	Diagram Plastisitas Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS	65
Gambar 25.	Karakteristik Pemadatan Tanah dengan Variasi Aktivator	67
Gambar 26.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 4% Aktivator dengan Variasi EPS pada Masa Peram 7 Hari	70
Gambar 27.	Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	71
Gambar 28.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 4% Aktivator dengan Variasi EPS pada Masa Peram 14 Hari	72
Gambar 29.	Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	73
Gambar 30.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 4% Aktivator dengan Variasi EPS pada Masa Peram 28 Hari	74
Gambar 31.	Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	75
Gambar 32.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 4% Aktivator dengan Variasi EPS dan Masa Peram	76
Gambar 33.	Rekapitulasi Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	77
Gambar 34.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 8%	

	Aktivator dengan Variasi EPS pada Masa Peram 7 Hari	78
Gambar 35.	Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	79
Gambar 36.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 8% Aktivator dengan Variasi EPS pada Masa Peram 14 Hari	80
Gambar 37.	Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	81
Gambar 38.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 8% Aktivator dengan Variasi EPS pada Masa Peram 28 Hari	82
Gambar 39.	Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	83
Gambar 40.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 8% Aktivator dengan Variasi EPS dan Masa Peram	84
Gambar 41.	Rekapitulasi Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	85
Gambar 42.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 12% Aktivator dengan Variasi EPS pada Masa Peram 7 Hari	86
Gambar 43.	Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	87
Gambar 44.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 12% Aktivator dengan Variasi EPS pada Masa Peram 14 Hari	88
Gambar 45.	Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	89
Gambar 46.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan	

	12% Aktivator dengan Variasi EPS pada Masa Peram 28 Hari	90
Gambar 47.	Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	91
Gambar 48.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 12% Aktivator dengan Variasi EPS dan Masa Peram ..	92
Gambar 49.	Rekapitulasi Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	93
Gambar 50.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 16% Aktivator dengan Variasi EPS pada Masa Peram 7 Hari	94
Gambar 51.	Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	95
Gambar 52.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 16% Aktivator dengan Variasi EPS pada Masa Peram 14 Hari	96
Gambar 53.	Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	97
Gambar 54.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 16% Aktivator dengan Variasi EPS pada Masa Peram 28 Hari	98
Gambar 55.	Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	99
Gambar 56.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 16% Aktivator dengan Variasi EPS dan Masa Peram ..	100
Gambar 57.	Rekapitulasi Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	101
Gambar 58.	Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 20% Aktivator dengan Variasi EPS pada Masa Peram	

7 Hari	102
Gambar 59. Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	103
Gambar 60. Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 20% Aktivator dengan Variasi EPS pada Masa Peram 14 Hari	104
Gambar 61. Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	105
Gambar 62. Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 20% Aktivator dengan Variasi EPS pada Masa Peram 28 Hari	106
Gambar 63. Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	107
Gambar 64. Kurva Tegangan-Regangan Spesimen Kuat Tekan 20% Aktivator dengan Variasi EPS dan Masa Peram ..	108
Gambar 65. Rekapitulasi Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Maksimum dan Regangan Maksimum Spesimen	109
Gambar 66. Rekapitulasi Nilai Kuat Tekan Bebas Terhadap Variasi Aktivator	111
Gambar 67. Skema Uji Kuat Lentur Panel	112
Gambar 68. Kurva Kuat Lentur-Lendutan Spesimen Panel Lentur Geokomposit dengan 20% Aktivator 40% EPS	113
Gambar 69. Kurva Kuat Lentur-Lendutan Spesimen Panel Lentur Geokomposit dengan 20% Aktivator 50% EPS	114
Gambar 70. Kurva Kuat Lentur-Lendutan Spesimen Panel Lentur Geokomposit dengan 20% Aktivator 60% EPS	115
Gambar 71. Kurva Rekapitulasi Kuat Lentur-Lendutan Spesimen Panel Lentur Geokomposit	116
Gambar 72. Hubungan Antara Penambahan EPS Terhadap Kuat	

Lentur dan Deformasi Panel Geokomposit	117
Gambar 73. Perbandingan Hubungan Waktu dan Kenaikan Suhu pada Kondisi <i>Steady State</i> antara Dinding Geokomposit dan Dinding Gypsum	122

DAFTAR NOTASI

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
A	Luas penampang
ASTM	American Standard Testing Material
CL	Jenis tanah lempung berplastisitas rendah
cm	Satuan luas centimeter
D	Diameter
EPS	<i>Expanded polystyrene</i>
E	Modulus elastisitas
Fe ₂ O ₃	Senyawa kimia (besi oksida)
Fe	Senyawa kimia besi
IP	Index plastisitas
k	Konduktivitas termal
kg/cm ²	Satuan berat per luas (kilogram per centimeter persegi)
LL	Liquid limit
m	Satuan luas meter
m ²	Satuan luas (meter persegi)
mm	Satuan luas millimeter
PL	Plastic limit
q	Laju perpindahan panas
qu	Unconfined compressive strength
T1	Temperatur tinggi (°C) / (TL)
T2	Temperatur rendah (°C) / (TD)
W%	Kadar air
γ _d	Kepadatan kering (gr/cm ³)
%	Satuan persen
σ	Kuat lentur (Mpa)
≤	Sama dengan atau kurang dari
≥	Sama dengan atau lebih dari
°	Satuan derajat
ΔT	Selisih temperatur

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang begitu pesat, berdampak pada peningkatan kebutuhan manusia di segala bidang khusus di bidang konstruksi teknik sipil sehingga mendorong para peneliti melakukan berbagai penelitian untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Hingga saat ini para peneliti mencoba berbagai alternatif material untuk memenuhi kebutuhan pembangunan konstruksi.

Dinding panel adalah salah satu dari perkembangan teknologi dibidang beton pracetak (*precast*). Dinding pracetak (*precast*) bukanlah suatu elemen struktur, yang mana dalam pemakaiannya diupayakan memiliki berat yang relatif ringan sehingga tidak memberikan beban yang berlebih bagi struktur bangunan.

Dinding adalah suatu struktur padat yang membatasi dan kadang melindungi suatu area. Dinding panel itu sendiri adalah kesatuan dari beberapa blok beton yang dapat dirangkai sedemikian rupa sehingga dapat menjadikan sebuah dinding dengan kualitas yang baik. Akan tetapi dinding panel memiliki kelemahan yaitu berat yang lebih dibandingkan dinding batu bata biasa. Dinding batu bata konvensional diproduksi melalui proses pembakaran dimana hal tersebut dapat mencemari

lingkungan sehingga dilakukan penelitian dengan metode tanpa melalui proses pembakaran yaitu dengan menambahkan bahan stabilisasi kapur tohor pada tanah lempung yang diaktivasi dengan resin damar dan oksida besi yang menghasilkan batu bata tanpa bakar yang sangat kuat namun masih berat. Stabilisasi tanah menggunakan bahan stabilisator telah banyak dilakukan dan dikembangkan, baik yang telah diaplikasikan dalam pembangunan infrastruktur teknik sipil maupun hasil penelitian ilmiah yang belum teraplikasi. Bahan-bahan yang telah lama digunakan adalah semen portland, kapur, dan bitumen. Stabilisasi dengan semen cocok untuk tanah non kohesif, sedangkan kapur dan *pozzolan* cocok untuk tanah kohesif. (Sofwan 2018).

Berat dari dinding panel akan berpengaruh terhadap beban yang nantinya akan ditahan oleh struktur yang berada dibawahnya. Salah satu upaya untuk mereduksi berat dari dinding panel itu sendiri adalah mengganti agregat kasar dengan *Styrofoam* nama lain dari *Expanded Polystyrene* (EPS).

Berbagai jenis material telah tersedia di alam untuk dimanfaatkan oleh makhluk hidup, baik yang berupa material organik dan non organik, dari material- material ada juga yang dapat dimanfaatkan dan ada pula yang tidak dapat dimanfaatkan misalnya limbah. Limbah merupakan bahan yang terbuang dari hasil aktivitas manusia maupun proses alam yang tidak memiliki nilai ekonomi lagi, bahkan dapat menimbulkan dampak yang negatif. Limbah plastik merupakan masalah lingkungan terbesar

karena materialnya tidak mudah diurai oleh alam baik oleh curah hujan dan panas matahari maupun oleh mikroba tanah. Karena ringan, plastik cenderung terangkat ke permukaan ketika ditimbun sehingga mengotori lingkungan sekitar. Jika tercecer di badan air, plastik cenderung menyumbat aliran air dan bila dibakar akan menimbulkan asap yang membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia.

Dengan kian meningkatnya kebutuhan bahan baku plastik, limbah ini akan menimbulkan masalah yang kian pelik. Hal ini dapat dilihat dari pengguna terbesarnya yaitu industri makanan dan FMCG (*fast moving consumer goods*) yang mencapai 60%. 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.

Nama lain dari jenis plastik *Expanded Polystyrene* (EPS) adalah *styrofoam*. Plastik jenis EPS biasa dipakai sebagai tempat pembungkus elektronik, tempat makanan *styrofoam*, tempat minuman sekali pakai, tempat CD, karbon tempat telur dan banyak lainnya. Masalah yang dihadapi pada penggunaan *Expanded Polystyrene* adalah limbah dari *expanded polystyrene*, karena limbah ini tidak mudah diurai oleh alam. Adapun cara pengelolannya melalui proses pembakaran, proses ini bisa menimbulkan pencemaran udara dan berbahaya bagi kesehatan karena menghasilkan gas karbon dioksida dan gas karbon monoksida. Pemanfaatan limbah *Expanded Polystyrene* merupakan upaya menekan

pembuangan *Expanded Polystyrene* seminimal mungkin. Pemanfaatan limbah *Expanded Polystyrene* dapat dilakukan dengan pemakaian kembali (*reuse*). Hal ini berkaca dari negara Jepang yang penggunaan EPS-nya cukup banyak namun 90% EPS yang digunakan adalah hasil daur ulang.

Berawal dari keinginan memanfaatkan limbah *Expanded Polystyrene*, maka dilakukan penelitian menggunakan *Expanded Polystyrene* sebagai agregat ringan di dalam campuran stabilisasi tanah lempung, kapur tohor (CaO), resin damar (C₃₀H₅₀O) dan ferro oksida (Fe₂O₃). Dinding panel yang dihasilkan digolongkan dinding panel ringan yang dapat digunakan sebagai partisi ruangan, bahan pengganti dinding batu bata pada bangunan tingkat tinggi atau sebagai struktur utama dari suatu bangunan dengan syarat-syarat tertentu yang harus dipenuhi. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif pemanfaatan limbah atau material sisa sebagai bahan konstruksi.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat panel ringan dengan memanfaatkan limbah *Expanded Polystyrene* sebagai panel dinding *Polystyrene* dengan menggunakan campuran EPS dengan tanah lempung dan stabilisasi kapur tohor dengan aktivasi dengan damar dan oksida besi. Selama ini limbah *Polystyrene* dibuang di tempat pembuangan akhir yang tentu akan berdampak sangat buruk bagi lingkungan jika tidak dimanfaatkan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas maka rumusan masalah dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik fisik dan mekanis tanah lempung stabilisasi kapur aktivasi alkali – *Expanded Polysterene*?
2. Bagaimana kapasitas kuat tekan, modulus elastisitas dan kuat lentur tanah lempung terstabilisasi kapur aktivasi alkali – *Expanded Polysterene*
3. Bagaimana kinerja panel geokomposit tanah lempung stabilisasi kapur aktivasi alkali – *Expanded Polysterene* pada pengujian konduktivitas termal?

C. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan pokok masalah maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Menguji karakteristik fisik dan mekanis tanah lempung stabilisasi kapur aktivasi alkali - *Expanded Polysterene*.
2. Mengkaji kapasitas kuat tekan, modulus elastisitas dan kuat lentur tanah lempung stabilisasi kapur aktivasi alkali - *Expanded Polysterene*.
3. Menganalisis kinerja panel geokomposit tanah lempung stabilisasi kapur aktivasi alkali - *Expanded Polysterene* pada konduktivitas termal.

D. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini, maka hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai berikut :

1. Dinding panel dapat menjadi alternatif yang efisien dan efektif sebagai pengganti dinding partisi.
2. Memberikan informasi dan referensi tentang karakteristik fisik dan mekanis tanah lempung stabilisasi kapur aktivasi alkali – *Expanded Polysterene*
3. Memberikan informasi kapasitas kuat tekan, modulus elastisitas dan kuat lentur tanah lempung stabilisasi kapur aktivasi alkali – *Expanded Polysterene*
4. Menemukan kemampuan isolasi dinding panel geokomposit tanah lempung stabilisasi kapur aktivasi alkali – *Expanded Polysterene* pada pengujian konduktivitas termal.

E. Sistematika Penulisan

Untuk memahami lebih jelas mengenai penelitian ini, maka materi-materi yang tertera pada penulisan penelitian ini dikelompokkan menjadi beberapa sub bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, hipotesis dan fokus penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori yang berupa pengertian dan definisi yang diambil dari kutipan buku yang berkaitan dengan penyusunan disertasi ini serta beberapa literature review yang berhubungan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini mendeskripsikan tentang standar-standar pengujian laboratorium yang digunakan (ASTM, AASTHO, SNI), menjelaskan tentang peralatan yang digunakan pada setiap pengujian serta tahapan-tahapan pengujian, gambar detail dari setiap pengujian model juga diperjelas pada bab ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil-hasil yang diperoleh dari pengujian-pengujian baik elemen struktur maupun pemodelan fisik yang dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Permasalahan Strategis Kekuatan Dinding Geokomposit

Teknologi terus dikembangkan untuk mencapai kebutuhan masyarakat akan kenyamanan tersebut, begitu pula dengan pekerjaan pasangan dinding juga mengalami perkembangan untuk terus meningkatkan efektifitas dan efisiensi pelaksanaan pekerjaan tersebut untuk mencapai nilai kenyamanan. Atas latar belakang inilah, diciptakannya bata ringan yang mampu memberikan kenyamanan sebagai tujuan akhir dari pekerjaan berbanding lurus dengan efektifitas dan efisiensi pelaksanaan pekerjaannya. Munculnya teknologi bata ringan sebagai material dinding cukup memberikan dampak positif bagi masyarakat pada umumnya dan dunia konstruksi pada khususnya. Penentuan keputusan pada sebuah proyek mengenai strategi pemilihan bahan mana yang akan dipakai yang tentunya masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan yang tentunya akan berpengaruh pada biaya proyek, perencanaan jadwal bahkan mungkin struktur bangunan tersebut.

Dinding merupakan salah satu elemen bangunan yang membatasi satu ruang dengan ruang yang lainnya. Dinding memiliki fungsi sebagai pembatas ruang luar dengan ruang dalam, sebagai penahan cahaya, angin, hujan, debu dan lain-lain yang bersumber dari alam, sebagai

pembatas ruang di dalam rumah, pemisah ruang yang bersifat pribadi dan ruang yang bersifat umum dan sebagai fungsi artistik tertentu. Terdapat tiga jenis dinding yaitu :

- a. Dinding Struktural sebagai struktur bangunan (*bearing wall*). Dinding ini berperan untuk menopang atap dan sama sekali tidak menggunakan cor beton untuk kolom (besi beton). Bahan dinding struktural yang biasa digunakan pada suatu bangunan adalah batu bata.
- b. Dinding non-struktural adalah dinding yang tidak menopang beban, hanya sebagai pembatas, apabila dinding ini dirobohkan maka bangunan tetap berdiri. Beberapa material dinding non-struktural diantaranya seperti batu bata, batako, bata ringan, kayu dan kaca.
- c. Dinding partisi atau dinding penyekat adalah batas vertical yang ada di dalam ruangan (*interior*). Bahan-bahan yang digunakan untuk dinding partisi ini antara lain gypsum, papan kalsium, triplek dan kayu.

Tabel 1. Tabel persyaratan SNI 03-0349-1989

Syarat Fisis	Susunan	Tingkat mutu bata beton pejal				Tingkat mutu bata beton bertulang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto rata rata minimum	Mpa	10	7	4	2,5	7	5	3,5	2
2. Kuat tekan bruto masing masing benda uji minimum	Mpa	9	6,5	3,5	2,1	6,5	4,5	3	1,7
3. Penyerapan air rata rata maksimum	%	25	35	-	-	25	35	-	-

Kuat tekan bruto adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda akan pecah dibagi luas ukuran nyata dari bata termasuk luas lubang serta cekungan tepi.



Gambar 1. Bentuk Bata Ringan

B. Pemanfaatan Tanah Lunak, Alkali dan *Expanded Polysterene* (Eps) sebagai Material Dinding

1. Karakteristik Tanah Lunak

Tanah lunak adalah tanah berbutir halus yang mengandung lempung. Mineral lempung memiliki 4 karakteristik, masing-masing sebagai berikut : *Kaolinite*, terdiri dari kombinasi lapisan dasar satu lembar *silika* dan satu lembar *aluminium* yang diikat oleh *ion hydrogen*. *Halloysite* hampir sama dengan *kaolinite* tetapi strukturnya tertumpuk lebih acak, sehingga molekul air dapat masuk diantara satuan-satuan. *Montmorillonite* terdiri dari susunan lapisan *silika-aluminium-silika* yang dipisahkan oleh ion H_2O , sehingga mudah lepas dan sangat tidak stabil. Air mudah masuk ke sela antar lapisan menyebabkan mineral mengembang dan saat air diantara lapisan mengering, mineral menyusut. *Illite*, susunan lapisannya

sama dengan *montmorillonite* tetapi ion pemisahannya adalah ion K^+ yang sifatnya mudah mengembang. Formasi struktur satuan kristalnya mirip dengan *montmorillonite*.

Dalam sistem klasifikasi *Unified (Unified Soil Classification System)*, tanah dibagi dalam dua kelompok, yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus. Tanah berbutir kasar terdiri atas kerikil dan pasir, kelompok tanah berbutir halus ialah lempung, lanau, tanah organik dan tanah gambut.

Tabel 2. Simbol klasifikasi tanah berdasarkan *Unified System*

Jenis Tanah	Simbol	Sub kelompok	Simbol
Kerikil	G	Gradasi baik	W
		Gradasi buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M	LL < 50%	L
Lempung	C		
Organik	O	LL > 50%	H
Gambut	PT		

Sumber : Bowles, 1991

Keterangan:

- W = *Well Graded* (tanah dengan gradasi baik),
- P = *Poorly Graded* (tanah dengan gradasi buruk),
- L = *Low Plasticity* (plastisitas rendah, LL<50),
- H = *High Plasticity* (plastisitas tinggi, LL> 50).

Lanau (*silt*), adalah partikel batuan berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm. Berdasarkan ukuran butirannya, lanau berada di antara lempung dan pasir halus. Memiliki sifat kurang plastis dan lebih mudah ditembus air daripada lempung dan memiliki sifat delatansi (menunjukkan gejala perubahan isi) apabila lanau dirubah bentuknya, juga menunjukkan gejala untuk menjadi *quick* (hidup) apabila diguncang atau digetarkan.

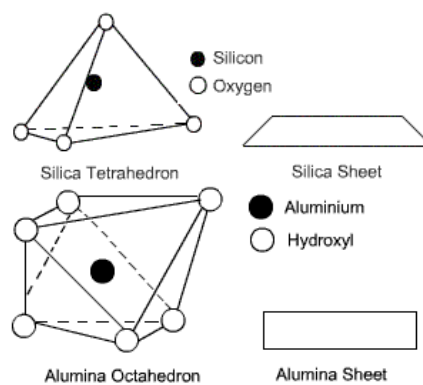
Lanau adalah istilah untuk menyatakan tanah yang bersifat sebagaimana sifat lanau. Fraksi lanau adalah bagian berat dari tanah yang butiran-butirannya antara 0,002 mm - 0,06 mm.

Lempung (*clay*) adalah partikel mineral berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini adalah sumber kohesi pada tanah kohesif. Lempung adalah istilah untuk menyatakan tanah berbutir halus yang memiliki sifat kohesif, plastis, tidak memperlihatkan sifat dilatansi dan tidak mengandung jumlah bahan kasar yang berarti. Fraksi lempung adalah bagian berat dari tanah yang butiran-butirannya lebih halus dari 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 factor 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.

Mineral lempung merupakan senyawa aluminium silikat yang kompleks. Mineral ini terdiri dari dua lempung kristal pembentuk kristal dasar, yaitu

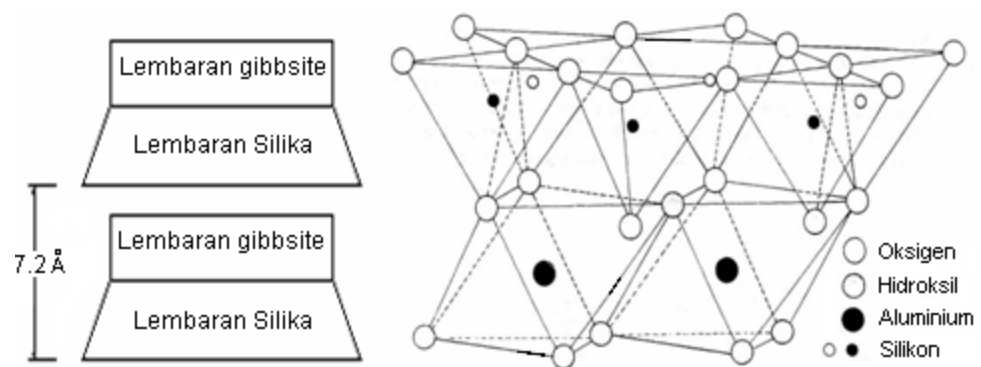
silika tetrahedral dan aluminium oktahedral. Hampir semua mineral lempung berbentuk lempengan yang mempunyai permukaan spesifik (perbedaan antara luas permukaan dan massa) yang tinggi. Jenis-jenis mineral lempung tergantung dari komposisi susunan satuan struktur dasar atau tumpuan lembaran serta macam ikatan antara masing-masing lembaran.



Gambar 2. Struktur Dasar Mineral Lempung.

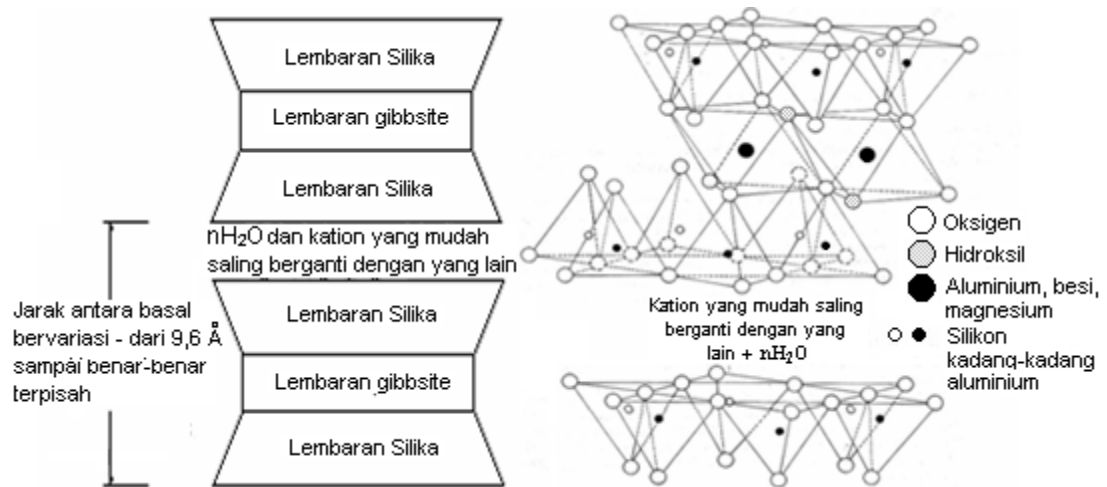
Umumnya partikel-partikel lempung mempunyai muatan negatif pada permukaannya. Hal ini disebabkan oleh adanya substitusi isomorf dan oleh karena pecahnya keping partikel pada tepi-tepinya. Muatan negatif yang lebih besar dijumpai pada partikel-partikel yang mempunyai permukaan yang lebih besar. Jika ditinjau 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 oktehdral 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 ± 15 m²/gr. Adapun rumus kimia dari kaolinite adalah $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$.



Gambar 3. Struktur Kaolinite.

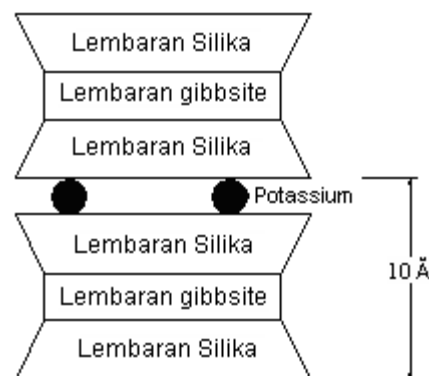
Montmorillonite disebut juga mineral dua banding satu (2:1) karena satuan susunan kristalnya terbentuk dari susunan dua lempeng silika tetrahedral mengapit satu lempeng alumina octahedral di tengahnya. Pada montmorillonite dapat terjadi pemuaihan (swelling) bila ada penambahan air yang terserap diantara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



Gambar 4. Struktur montmorillonite.

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 5. Struktur illite.

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-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 gaya tarik menarik antar partikel lempung yang disebut *unhindered moisture film*. Air lapisan ganda inilah yang menyebabkan sifat plastis pada tanah lempung.

Mineral lempung merupakan gugusan kristal yang berukuran mikro (rata-rata berdiameter kecil dari 1 μm), terbentuk dari proses pelapukan mineral batuan induknya. Terdiri dari dua lempeng kristal pembentuk kristal dasar yaitu satuan *silika*, dimana empat oksigen membentuk puncak-puncak *tetrahedral* dan melingkupi sebuah *atom silicon*, menghasilkan suatu satuan setinggi 4,6 Å. Juga suatu satuan dimana sebuah *atom aluminium*

atau *magnesium* dilingkupi oleh enam *hidroksil* yang membentuk konfigurasi *octrahedral* dengan tinggi sekitar 5,05 Å.

Lempung berlanau adalah tanah lempung yang mengandung lanau dengan material utamanya adalah lempung, memiliki sifat plastisitas sedang dengan Indeks Plastisitas 7-17 dan kohesif (Bowles 1991).

Tanah organik adalah tanah permukaan yang tercampur dengan bahan-bahan organik, sisa-sisa lapukan tanaman atau hewan. Berwarna tua, lunak dan mudah berubah bentuk oleh pengaruh tekanan. Tanah organik memiliki kuat geser kecil dan kompresibilitas tinggi. Ciri tanah organik berdasarkan struktur ialah mudah dihancurkan dalam keadaan kering. Bahan-bahan organik pada tanah organik mempunyai kohesi dan plastisitas yang rendah. Tanah organik (O) dapat dikelompokkan berdasarkan kandungan organiknya. Dalam pedoman Kimpraswil Panduan Geoteknik didefinisikan bahwa tanah organik adalah tanah yang memiliki kandungan organik antara 25% hingga 75 %.

Tabel 3. Klasifikasi tanah berdasarkan kadar organik

Kadar Organik	Kelompok Tanah
> 75%	Gambut
25% - 75%	Tanah Organik
< 25%	Tanah dengan kadar organik rendah

Besarnya kemungkinan tanah mengembang sangat tergantung pada jenis dan jumlah kandungan mineralnya, kemudahan bertukar ion-ionnya, kandungan *electrolit* dan tatanan struktur lapisan mineral

tanahnya. Bergantung pada kadar air, tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, dan padat. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi. Atterberg menggambarkan batas konsistensi tanah berbutir halus dengan batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*).

Stabilisasi tanah menggunakan bahan stabilisator adalah untuk merubah interaksi air dengan tanah terhadap reaksi permukaan, karena itu aktivitas permukaan dari partikel tanah, muatan kutub, penyerapan, dan daerah penyerapan air memegang peranan penting. Sama pentingnya adalah penggabungan luas partikel sehingga dapat merubah menjadi suatu kesatuan untuk mencapai keseimbangan gaya tarik antar butir (Kezdi, 1979). Agar terjadi interaksi yang baik antara air dan tanah perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

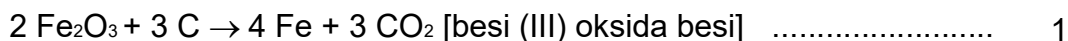
1. Tanah yang distabilisasi dengan bahan stabilisator mempunyai ikatan yang lebih kuat pada permukaan partikel tanah, sehingga sensitifitasnya terhadap pengaruh air menjadi berkurang. Bahan stabilisator menggantikan molekul-molekul air pada permukaan butiran mencegah adanya ikatan baru, sehingga tanah tidak lembab.
2. Tanah yang distabilisasi dengan ion-ion bermuatan positif *non-hydrated* ditarik ke permukaan oleh muatan negatif dan diganti dengan ion-ion lain. Melalui transformasi seperti itu sensitifitas tanah terhadap pengaruh air akan menurun dan suatu ketika akan kering.

3. Tanah yang distabilisasi dengan molekul besar gabungan ion-ion, maka makro molekul ini mengikat partikel tanah dengan elektrostatik dan gaya polar sehingga menghasilkan agregat. Tanah menjadi *porous*, tetapi tetap *impermeable* dan struktur menjadi stabil.
4. Interaksi air dan tanah dapat diubah dengan memisah ikatan *cation* (Mg,Ca) bervalensi banyak pada permukaan partikel tanah dengan cara menambahkan bahan stabilisator tertentu, sehingga air bebas berinteraksi dan tanah bisa menjadi cair

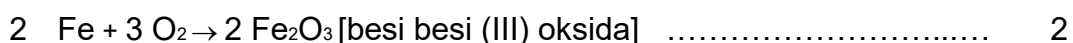
2. Fungsi Aktivator pada Proses Stabilisasi.

Dalam proses stabilisasi tanah, aktivator (resin damar dan oksida besi) berfungsi untuk mempermudah terjadinya reaksi kimia antara kapur dan tanah pada saat proses stabilisasi, memperkuat daya kohesi antar partikel tanah oleh kapur, juga dapat meningkatkan daya tahan terhadap pengaruh air dan zat kimia (asam, basa, pelarut organik). Aktivator (resin damar dan oksida besi) mempermudah terbentuknya persenyawaan untuk meningkatkan nilai kinerja kapur pada stabilisasi tanah.

Dalam stabilisasi tanah terjadi berbagai jenis reaksi kimia, diantaranya reaksi reduksi dan reaksi oksidasi. Reduksi dan oksidasi adalah reaksi kimia dari suatu zat (unsur dan senyawa) akibat oksigen. Oksidasi adalah peristiwa pengikatan oksigen atau elektron oleh suatu zat, sedangkan reduksi adalah peristiwa pelepasan oksigen atau elektron dari suatu zat. Salah satu reaksi reduksi (pelepasan oksigen) adalah :



Untuk peristiwa reaksi oksidasi (pengikatan oksigen) adalah :



Peristiwa reduksi dan oksidasi selalu berlangsung bersamaan sebagai peristiwa reduksi-oksidasi, disebut dengan redoks. Redoks adalah peristiwa serah-terima oksigen atau elektron. Ada oksida bukan-logam dan oksida logam. Oksida bukan-logam berwujud gas, kecuali air berwujud cair, sedangkan oksida logam berwujud padat. Di alam, oksida bukan-logam yang volumenya paling besar adalah air (H_2O). Reaksi pembakaran adalah senyawa oksida yang menghasilkan gas CO_2 dan uap H_2O . Pembakaran tak sempurna menghasilkan gas CO . Di perut bumi, oksida logam berbentuk bijih logam. Karat logam berupa oksida logam, karat besi menjadi oksida besi. Rumus kimia oksida besi adalah :



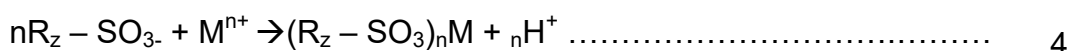
Oksida besi dapat mempengaruhi beberapa sifat tanah, diantaranya adalah mempengaruhi warna tanah menjadi kemerahan, agregat antar partikel tanah dan kapasitas tukar kation. Pada batasan tertentu oksida besi dapat menunjukkan kondisi pH, redox potensial, kelembaban dan temperatur lingkungan tanah. Oksida besi bisa bereaksi dengan kalsium karbonat menjadi oksida besi karbonat. Oksida besi mudah di temukan di lingkungan alam.

Proses pertukaran ion cepat dan efisien jika padatan mempunyai struktur molekuler yang terbuka dan mudah ditembus (*permeabel*) sehingga ion pelarut dapat mudah keluar masuk dengan bebas. Resin damar tidak larut dalam air tetapi mampu menyerap molekul air, berpotensi sebagai resin penukar ion dan memiliki kemampuan menembus struktur molekuler tanah yang cenderung rapat. Resin damar memiliki kandungan karbon dalam kadar tinggi.

Resin adalah getah (*eksudat*) dari banyak jenis tumbuhan terutama jenis pohon runjung (*conifer*). Biasanya membeku membentuk massa yang keras dan cenderung transparan. Memiliki kandungan asam *gurjunik* ($C_{22}H_{34}O_4$) serta beberapa napta yang mudah menguap dan mengkristal. Pada suhu 30°C beralih menjadi *gelatin* (agar-agar), jika kering berbentuk padat dan *amorf*. Secara fisik transparan, plastis dan keras, namun jika terkena panas menjadi lembek. Secara kimiawi adalah campuran yang kompleks dari asam-asam *resinat*, *alkoholresinat*, *resinotanol*, *ester-ester* dan *resene-resene*. Mengandung sedikit oksigen dan tidak memiliki sifat lemas. Larut dalam alkohol, *eter*, *aseton*, *petroleum eter* dan *kloroform*. Apabila dipisahkan dan dimurnikan, maka menjadi padat, getas dan *amorf*. Memiliki tingkat kekentalan yang tinggi dan daya ikat antar partikel yang kuat. Kualitas getah damar mata kucing ditetapkan dengan SNI 2900-2-2013.

Padatan penukar ion dibuat dari *polimer polisterina* yang terhubung silang dengan senyawa *divinil benzena*. Polimer dengan rantai hubung

silang ini disebut resin, mempunyai gugus fenil bebas yang mudah mengalami reaksi *addisi* oleh gugus fungsi *ionic*, misalnya gugus *sulfonat*. Resin berfungsi untuk pemisahan ion-ion anorganik (*kation* dan *anion*). Sifat-sifat resin penukar ion adalah tidak larut dalam air tapi mampu menyerap sejumlah molekul air, dalam strukturnya mempunyai Massa molekul relative (Mr) yang tinggi, tahan terhadap zat kimia (asam, basa, pelarut organik), bila dialiri suatu larutan yang mengandung ion maka ada ion yang diikatnya juga ada ion yang dilepasnya. Pertukaran ion hanya untuk ion-ion sejenis, proses pertukaran terjadi pada saat yang bersamaan. Untuk tipe penukaran ion, antara lain reaksinya adalah :



Getah damar atau kopal adalah salah satu komoditas ekspor Indonesia yang menguasai 80% pasar dunia. Pohon damar (*agathis dammara*) adalah tanaman asli Maluku, Sulawesi dan kepulauan Filipina. Namun kini telah dibudidayakan di berbagai tempat termasuk di Jawa dan Sumatera. Dalam bahasa Inggris pohon damar disebut *Amboina pitch tree* atau *Celebes kauri*. Di Maluku ada 4 jenis damar yaitu damar mata kucing, damar pilau, damar batu, dan damar daging (Sofwan 2018).

3. *Expanded Polysterene (EPS)* sebagai Material Dinding

a. Karakteristik *Expanded Polysterene (EPS)*

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. 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 ringan 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 berongga 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.

Dinding panel EPS sendiri dibuat karena kebutuhan akan dinding rumah yang tidak hanya kuat sebagai konstruksi, tapi juga mampu menghasilkan elemen dekoratif yang baik. Material ini terdiri dari superfoam, besi, 2 lapisan beton dan acian. Ukuran setiap panel bervariasi mulai panjang 2,5 meter hingga 6 meter dan lebar yang sama 1,2 meter.

Dinding panel EPS sendiri terbagi menjadi dua tipe yakni :

1. Tipe single panel sebagai dinding eksternal, dinding penyekat, bekisting berinsulasi untuk atap dan lantai.
2. Tipe double panel digunakan sebagai komponen struktur penahan beban, bekisting dan insulator panas.

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 *styrene*. Material ini sebagian besar digunakan sebagai bahan dalam pengepakan produk-produk elektronik, bahan pecah belah, maupun pembungkus bahan makanan.



Gambar 6. 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 menyalakan api ketika dibakar. Sedangkan styrofoam biasa akan menyalakan 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.

b. Fungsi Pemakaian *Expanded Polystyrene (EPS) Panel*

EPS Panel adalah penyekat yang dapat dipergunakan untuk :

1. Dinding Bangunan
2. Pelapis Lantai
3. Atap Bangunan
4. Artistik dalam ruangan

c. Keuntungan menggunakan EPS panel

1. Sebagaimana konstruksinya , EPS adalah panel yang tertutup rapat dimana daya rembes udara sangat kecil dimana bahan materialnya dapat menstabilkan kondisi suhu ruangan, dimana dapat mengurangi suhu yang panas ataupun dingin dapat tertahan oleh panel ini, sehingga dapat mengurangi biaya untuk pemanasan ataupun untuk mendinginkan suhu ruangan.

2. Dari segi pemasangan, instalasi panel ini sangat mudah sehingga tidak perlu menyediakan biaya pemasangan yang cukup besar. Lembaran-lembaran panel sudah dipabrikasi dengan join sistem, sehingga untuk pemasangan akan memakan waktu yang lebih mudah.
3. Masing masing lembaran mempunyai ketebalan 2-15 cm, sehingga untuk mengangkat bahan per lembarnya tidak terlampau susah.
4. Lembaran panel ini dapat menahan kekuatan angin sampai 140 m/jam.
5. Dengan penggunaan panel ini diharapkan dapat mengurangi pemakaian kayu sebagai dinding bangunan sehingga akan membantu konsep bangunan ramah lingkungan.
6. Panel ini juga membantu untuk efisiensi energy, panel yang ditujukan untuk atap, panel dilapisi dengan stainless steel yang tahan terhadap korosi selama 20 tahun. Sehingga akan mengurangi pengantian material yang lebih cepat.
7. EPS panels mempunyai peranan yang penting dan berbeda dalam pemakaian dimana dapat digunakan sebagai bahan artistik dan ukiran di dinding rumah.
8. EPS adalah bahan material yang mudah dipotong dan dibentuk sebab mempunyai komposisi yang unik; ketika dipotong dapat diremukkan dan patah dengan mudah. Dengan menggunakan kawat yang sudah dipanaskan, EPS panel dapat dipotong dengan

hasil yang lebih memuaskan, dimana hal ini akan mengurangi kerusakan dan bahan yang terbuang.

C. Matriks Studi Terdahulu

No	Peneliti/tahun	Judul penelitian	Hasil / Temuan	Publikasi
1	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 dan koefisien KO menunjukkan tren yang berlawanan. Model prediksi dikirim dalam bentuk Multi Linier Regression, simulasi MLR dan kinerja mereka di evaluasi	Contruaction and Building Material, Volume 113, 2016, Pages 773-782
2	V. Belyakov, L, Bannikova	Study of the Effect of Recent Chemical Admixtures on the Modified Polysterene concrete Properties	Dependensi kekuatan beton, deformasi dan karakteristik panas-isolasi pada persentase campuran kimia dalam campuran ditentukan	Procedia Engineering Volume 150, 2016, Pages 1446-1451
3	Y.S. Golain, A.S. Patode	A New EPS Beads Based Lighweigth Geomaterial for Backfilling and Embakment Construction	Pencampuran dan pengujian <i>thetrial</i> 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 2016
4	Jinyuan Liu, 2009	A New lightweight Geomaterial - EPS Composit Soil	Kuat tekan bebas berada di kisaran 50~550 kPa, hal ini dipengaruhi oleh jenis material pengikat, komposisi campuran, lama pemeraman. Kompresibilitasnya lebih rendah dibanding geoblok, yang dapat dilihat dari	GeoHalifax 2009

5	K. Kawabe	A New Practical Solution for Effective Use of Dredged Sand- mixture of Dredged Sand and lightweight Material	modulus bahan yang berada pada 79-555 MPa. Proses ini memungkinkan kontrol atas kepadatan dan kekuatan campuran ringan, penelitian ini menjelaskan status teknologi konstruksi saat ini dengan menggunakan campuran ringan	Mechanical and Elektrikal Department of Shinko Construction Co., Anzen-cyo Turumi - ku Yokohama - shi Kanagawa - ken, Japan
6	Syafruddin 2007	Hubungan Teoritis antara Berat Isi Kering dan kadar Air untuk Menentukan Kepadatan Relatif	Dengan menggunakan hubungan teoritis antara berat kering unit, kadar air, Sr 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)
7	Hema Kumar Illuri (2007)	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)
8	John Tri Hatmoko Hendra S, 2017	Shear Behavior Of Calcium Carbide Residue - Bagasse Ash Stabilized Expansive Soil	Penambahan kapur pada tanah ekspansif menurunkan tekanan dan potensi pengembangan dengan angka yang cukup signifikan.	Procedia Engineering, volume 171, 2017 pages 476 – 483
9	Herman, (2013)	Abu Batubara PLTU Sijantang Sebagai Bahan Stabilitas Tanah Lempung Ekspansi	Semakin meningkat persentase abu batubara dalam tanah lempung, nilai-nilai specific gravity, batas cair, indeks plastisitas, kadar air optimum menurun, dan nilai-nilai batas susut, batas	Jurnal Momentum ,ISSN : 1693-752X, 2013 Vol.14 No.1

10	Sutikno, Budi Damianto 2009	Stabilisasi Tanah Ekspansif Dengan Penambahan Kapur (<i>Lime</i>) Aplikasi Pada Pekerjaan Timbunan	plastis, kepadatan , pengembangan cenderung meningkat, Pengaruh penambahan kapur pada tanah ekspansif yang dipadatkan terhadap stabilitas (CBR) memberikan nilai yang sangat signifikan pengaruhnya	Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan, Nomor 2 Volume 11 – Juli 2009, hal: 101 - 108
11	Pretty P. T. S. Monintja, J. H. Tico, J. R. Sumampouw 2013	Pengaruh Stabilisasi Semen Terhadap Swelling Lempung Ekspansif	Stabilisasi dengan semen pada variasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% menunjukkan adanya peningkatan nilai daya dukung tanah dan penurunan indeks plastisitas yang cukup signifikan	Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.6, 2013 (382-389) ISSN: 2337-6732
12	Subair Saing. 2017	Study on Characteristic of Laterite Soil with Lime Stabilization as a Road Foundation	Stabilisasi 10% Kapur untuk umur 28 hari menghasilkan kekuatan dan daya dukung tanah tiga kali lebih besar dari tanah sebelum stabilisasi	Research India Publication ISSN 0973-4562 Volume 12, Number 14 (2017) pp. 4687-4693
13	Sudarman Samad 2017	Pemodelan Tangkai Daun Rumbia (Gaba - Gaba) Sebagai Material Dinding Dan Kemampuan Konduktivitas Termalnya	Pengujian konduktivitas termal pada sampel papan partikel komposit dan papan laminasi, yaitu lama tahan kempa/pressing 12 jam lebih besar 10% konduktivitas termal dari pada lama tahan kempa 5 jam. dimana kepadatan / kerapatan semakin padat maka nilai konduktivitas termal semakin besar, serta ketebalan material yang lebih tebal dapat menyimpan kalor yang lebih besar dibandingkan yang tipis.	

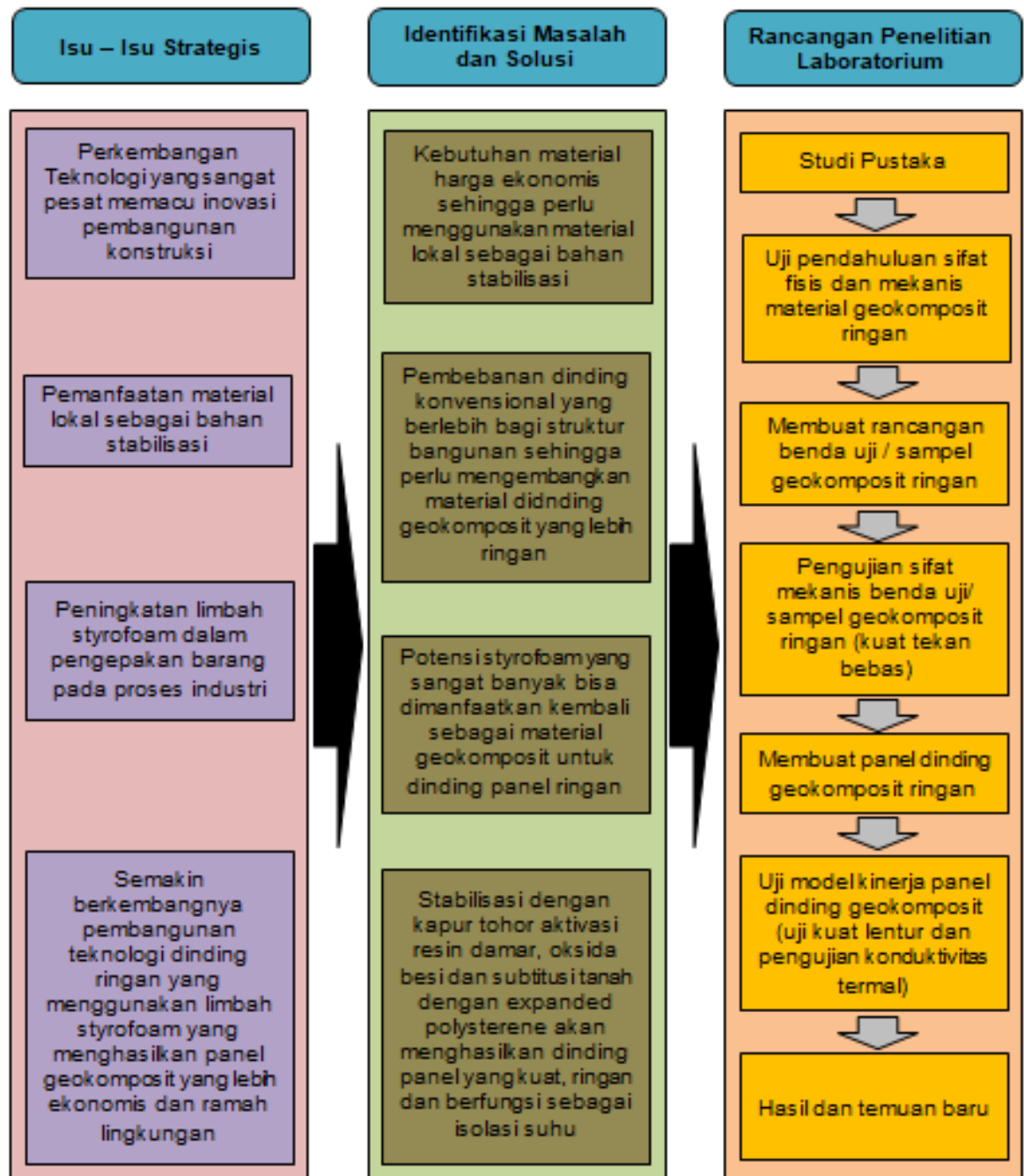
14	Sofwan 2018	Experimental Study of Clay Stabilization with Quick Lime Activated by Gum Rosin and Iron Oxide	Penambahan oksida besi + resin damar dapat meningkatkan kinerja kapur dalam stabilisasi tanah-kapur dalam penelitian ini meningkatkan daya dukung tanah sebesar 117 kg/cm ²	SSRG International Journal of Civil Engineering (SSRG - IJCE) volume 5 issue 7 - July 2018
----	-------------	--	--	--

D. Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir dalam penelitian merupakan model konseptual yang disusun berdasarkan permasalahan dan isu-isu strategis terkait topik riset yang sedang berkembang pada saat ini. Kerangka pikir penelitian ini mendeskripsikan secara umum, terkait hubungan parameter-parameter yang terindikasi sebagai permasalahan tersebut dengan teori-teori yang ada, serta menawarkan sebuah alternatif guna menjawab permasalahan yang diangkat.

Geokomposit ringan merupakan alternatif material ringan yang dapat diaplikasikan sebagai dinding non struktur atau panel ringan sebagai partisi. Stabilisasi kimia dengan menggunakan activator yang terdiri dari campuran kapur tohor, resin damar dan oksida besi serta substitusi tanah dengan expanded polysterene (EPS) menjadi upaya untuk meningkatkan kekuatan matriks tanah, namun memiliki kepadatan lebih rendah dari dinding konvensional lainnya.

Dinding geokomposit yang disubstitusi dengan expanded polysterene (EPS) pada akhirnya diharapkan mampu mereduksi berat material hingga lebih dari 50%. Hal ini dapat menjadi solusi pemanfaatan limbah EPS sebagai material konstruksi yang memiliki fungsi isolasi yang baik



Gambar 7. Skema Kerangka Pikir Penelitian