

TUGAS AKHIR

**UJI KUAT TEKAN TANAH LATERIT STABILISASI ZEOLIT
AKTIVASI WATERGLASS**

***UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH TEST OF
LATERITE WITH ZEOLITE STABILIZATION AND
WATERGLASS ACTIVATION***

**AULIYA RABBANI SUTRISNO
D111 15 314**



**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2019**



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

Jl. Poros Malle km 6 Bontomatene, 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

UJI KUAT TEKAN TANAH LATERIT STABILISASI ZEOLIT AKTIVASI
WATERGLASS

Disusun oleh

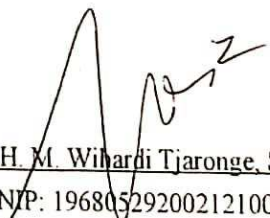
AULIYA RABBANI SUTRISNO

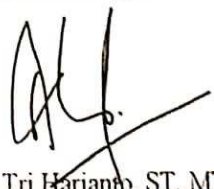
D111 15 314

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP: 196805292002121002


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

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Sipil

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



UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH TEST OF LATERITE WITH ZEOLITE STABILIZATION AND WATERGLASS ACTIVATION

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

Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, M.S., M.Eng Supervisor 1 Faculty of Engineering Hasanuddin University Poros Malino Street Km 6 Bontomarannu	Dr. Eng. Tri Harianto, S.T., M.T Supervisor 2 Faculty of Engineering Hasanuddin University Poros Malino Street Km 6 Bontomarannu triharianto@ymail.com
---	--

ABSTRACT

Laterite soil is known to have high compressibility, thus result in low bearing capacity value. Bearing capacity of soil is the important parameter to measure soil stability as base soil. Observing that soil condition, then on this research, the researcher tried to improve that bad characteristic of soil by adding the additive material that is zeolite and waterglass as activator. The soil samples which are used on this research were from North Tana Toraja regency. Then, this research will observe about compressive strength characteristics of laterite soil after adding zeolite and waterglass. The variation of zeolite mixture are 4%, 8%, 12%, 16%, 20% and variation of waterglass activator are 2%, 4% dan 6% from the total weight. From the observation was obtained the result that laterite soil has compressive strength value of $1,00 \text{ kg/cm}^2$, so this kind of soil considered as unsuitable soil if it is used as base soil. The result of testing toward the observation in compressive strength value after adding zeolite and waterglass as activator show the increasing value, that is when adding 4%, 8 %, 12%, 16% and 20% zeolite and 2%, 4%, and 6% watergalss as activator where compressive strength values increase linearly to be $4,48 \text{ kg/cm}^2$, $5,01 \text{ kg/cm}^2$, $5,37 \text{ kg/cm}^2$, $5,99 \text{ kg/cm}^2$, dan $6,56 \text{ kg/cm}^2$. This result shows that the adding of zeolite and waterglass as activator can increase the strength of laterite soil.

s : laterite soil, stabilization, zeolite, waterglass, compressive strength



UJI KUAT TEKAN TANAH LATERIT STABILISASI ZEOLIT AKTIVASI WATERGLASS

Auliya Rabbani Sutrisno
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: auliyarb@gmail.com

Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, M.S., M.Eng Pembimbing 1 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Jalan Poros Malino Km 6 Bontomarannu	Dr. Eng. Tri Harianto, S.T., M.T Pembimbing 2 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Jalan Poros Malino Km 6 Bontomarannu triharianto@ymail.com
---	--

ABSTRAK

Tanah Laterit termasuk jenis tanah yang memiliki tingkat kompresibilitas tinggi sehingga dianggap memiliki daya dukung rendah.. Daya dukung tanah merupakan parameter yang penting sebagai tolak ukur stabilitas tanah sebagai tanah dasar. Melihat kondisi tanah seperti itu maka pada penelitian ini, peneliti mencoba untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang merugikan tersebut dengan menambahkan suatu bahan aditif yaitu zeolit dan waterglass sebagai aktivator. Sampel tanah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Kabupaten Tana Toraja Utara. Penelitian perbaikan tanah ini selanjutnya akan mengamati tentang karakteristik kuat tekan tanah laterit setelah ditambahkan zeolit dan aktivator waterglass. Variasi campuran zeolit adalah 4%, 8%, 12%, 16%, 20% dan variasi waterglass 2%, 4%, dan 6% dari berat total. Dari hasil pengujian diperoleh hasil bahwa tanah laterit memiliki nilai kuat tekan sebesar 1,00 kg/cm², sehingga jenis tanah ini termasuk tanah yang buruk jika digunakan sebagai tanah dasar. Hasil pengujian terhadap tinjauan nilai kuat tekan bebas setelah ditambahkan zeolit dan aktivator waterglass terjadi peningkatan nilai, yaitu ketika ditambah 4%, 8 %, 12%, 16% dan 20% zeolit dan 2%, 4%, dan 6% waterglass mengalami kenaikan nilai secara berturut-turut menjadi 4,48 kg/cm², 5,01 kg/cm², 5,37 kg/cm², 5,99 kg/cm², dan 6,56 kg/cm². Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan zeolit dan aktivator waterglass dapat meningkatkan kekuatan dari tanah laterit.

ci : tanah laterit, stabilisasi, zeolit, waterglass, kuat tekan bebas



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu Wata'ala* karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **”Uji Kuat Tekan Tanah Laterit Stabilisasi Zeolit Aktivasi Waterglass”**. Dan tak lupa kami kirimkan shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad *Shallallahu Alaihi Wasallam* sebagai idola terbaik sepanjang zaman serta para sahabat dan keluarga beliau dan orang-orang yang senantiasa istiqomah di jalan Islam ini.

Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan studi strata satu pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Dalam proses penyusunan laporan ini, tidak dapat dipungkiri banyaknya kesulitan yang dihadapi oleh penulis. Namun dengan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, penulis pun mampu menghadapi kesulitan tersebut.

Selanjutnya dalam penyusunan laporan ini, penulis tak lupa menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada berbagai pihak yang telah membantu baik secara materil maupun moril , khususnya kepada :



dua orang tua kami, yang tak hentinya memberikan kasih sayang, doa, motivasi, serta bantuan moral dan materi yang tak terhingga selama ini.

2. Bapak Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
3. Bapak Prof. Dr. H. Muh. Wihardi Tjaronge, S.T., M. Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
4. Bapak (Alm.) Prof. Dr. Ir. H. Lawalenna Samang, M.S., M.Eng. selaku pembimbing 1 dan Bapak Dr. Eng. Tri Harianto, S.T., M.T selaku pembimbing 2 atas saran dan masukannya serta bimbingannya dalam pembuatan tugas akhir ini.
5. Dosen dan staf pengajar, serta pegawai Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan segala ilmu pengetahuan dan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses perkuliahan.
6. Tim Sukses penelitian, Bapak Marthen Tangkeallo, Kak Widya dan Kak Windu yang senantiasa membantu dan memberi support.
7. Seluruh keluarga KKD Geoteknik, teman-teman, senior, Bapak-Ibu S2 dan S3 yang juga terus memberi bantuan dan dukungan. Serta kepada semua pihak yang turut membantu kelancaran penyelesaian tugas akhir ini
8. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2015 dan sahabat-sahabat kami yang selalu memberi semangat, motivasi, dan selalu menemani kami dalam suasana sedih dan senang selama menjalani proses perkuliahan.
9. Dan kepada seluruh rekan-rekan penulis lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.



penulis pun menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih memiliki
an. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari berbagai

pihak yang dapat membangun tugas akhir ini menjadi lebih baik. Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi rekan-rekan pembaca dan pembangunan dunia ketekniksipilan. Aamiin.

Gowa, Mei 2019

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRACT	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	3
1.3.Tujuan Penelitian	3
1.4.Batasan Masalah.....	4
1.5.Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1.Permasalahan Strategis Penelitian.....	6
2.2.Landasan Teori Penelitian	6
2.2.1 Tanah Laterit.....	6
2.2.2 Zeolit.....	7
2.2.3 Waterglass.....	10
2.2.4 Stabilisasi Tanah.....	12
2.2.5 Berat Spesifik.....	14
2.2.6 Batas-Batas Atterberg.....	15
2.2.7 Pemasatan.....	17
2.2.8 Uji Kuat Tekan Bebas.....	17
2.3.Penelitian Terdahulu.....	19
2.4.Kerangka Konsep Penelitian	22
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1.Lokasi dan Waktu Penelitian.....	24
3.2.Metode Pengumpulan Data	24
3.3.Program Pengujian	25
3.4. Analisis Data.....	26
3.5.Tahapan Alur Penelitian	27
3.6.Definisi Operasional Variabel Penelitian	29



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Tanah Laterit.....	31
4.2. Rasio Air Terhadap Campuran Tanah Laterit dan Zeoli.....	40
4.3. Kuat Tekan Bebas Tanah Laterit Stabilisasi Zeolit Aktivasi Waterglass.....	45

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	56
5.2. Saran	56

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1.	Berat Jenis Tanah	15
Tabel 2.2	Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah	16
Tabel 2.3	Hubungan Kuat Tekan Bebas (q_u) Tanah Lempung dengan Konsistensinya.....	18
Tabel 2.4	Penelitian Terdahulu	19
Tabel 3.1	Jumlah Sampel Pengujian	25
Tabel 3.2	Standar Metode Pengujian Sifat Fisik Tanah	27
Tabel 3.3	Standar Metode Pengujian Sifat Mekanis Tanah.....	27
Tabel 3.4	Definisi Operasional Variabel Penelitian.....	29
Tabel 4.1	Karakteristik Tanah Laterit	31
Tabel 4.2	Klasifikasi Tanah untuk Lapisan Tanah Dasar Jalan Raya (Sistem AASHTO).....	35
Tabel 4.3	Karakteristik Water Glass dengan Analisis Kimia.....	37
Tabel 4.4	Hubungan antara Kuat Tekan (q_u) dengan Konsistensi Tanah ..	40
Tabel 4.5	Hasil Kompaksi Stabilisasi Zeolit	41
Tabel 4.6	Rasio Air Terhadap Campuran Tanah Laterit dan Zeolit.....	43
Tabel 4.7	Komposisi Campuran Tanah Laterit Stabilisasi Zeolit Aktivasi Waterglass.	44
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Penambahan Waterglass pada Tanah Laterit + 4% Zeolit	45
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Penambahan Waterglass pada Tanah Laterit + 8% Zeolit	47
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Penambahan Waterglass pada Tanah Laterit + 12% Zeolit	48
Tabel 4.11	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Penambahan Waterglass pada Tanah Laterit + 16% Zeolit	50
Tabel 4.12	Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Penambahan Waterglass pada Tanah Laterit + 20% Zeolit	51



Tabel 4.13 Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Bebas Penambahan Waterglass
pada Tanah Laterit dan Zeolit 53



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Zeolit	8
Gambar 2.2 Struktur Kimia Zeolit	9
Gambar 2.3 Struktur Kimia Waterglass	11
Gambar 2.4 Waterglass	13
Gambar 2.5 Bagan Kerangka Konsep Penelitian	24
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	28
Gambar 4.1 Hasil Pengujian Batas Cair	32
Gambar 4.2 Kurva Gradasi Butiran	33
Gambar 4.3 Chart Plastisitas Sistem Klasifikasi USCS	34
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) untuk Tanah Laterit.....	36
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) untuk Zeolit.....	37
Gambar 4.6 Kurva Pemadatan Tanah Laterit	38
Gambar 4.7 Kurva Tegangan dan Regangan Tanah Laterit	39
Gambar 4.8 Hubungan Nilai γ_{dmaks} dengan Campuran Variasi Penambahan Zeolit.	41
Gambar 4.9 Hubungan Nilai ρ_{opt} dengan Campuran Variasi Penambahan Zeolit.	42
Gambar 4.10 Hubungan Rasio Air Terhadap Campuran Variasi Penambahan Zeolit.	43
Gambar 4.11 Hubungan Nilai q_u dengan Penambahan Waterglass pada Variasi Campuran Tanah Laterit + 4%Zeolit.....	46
Gambar 4.12 Hubungan Nilai q_u dengan Penambahan Waterglass pada Variasi Campuran Tanah Laterit + 8%Zeolit.....	47
Gambar 4.13 Hubungan Nilai q_u dengan Penambahan Waterglass pada Variasi Campuran Tanah Laterit + 12% Zeolit.....	49
Gambar 4.14 Hubungan Nilai q_u dengan Penambahan Waterglass pada Variasi	



Campuran Tanah Laterit + 16%Zeolit.....	50
Gambar 4.15 Hubungan Nilai q_u dengan Penambahan Waterglass pada Variasi Campuran Tanah Laterit + 20%Zeolit.....	52
Gambar 4.16 Kurva Peningkatan q_u dengan Penambahan Zeolit dan Waterglass	54



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi terikat secara kimia satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk. Tanah merupakan satu elemen yang sangat erat kaitannya perencanaan bangunan teknik sipil. Tanah memiliki peranan yang krusial karena seluruh bangunan sipil didirikan di atas tanah. Tanah memiliki spesifikasi yang berbeda dari setiap jenisnya, sehingga memerlukan penanganan yang berbeda baik secara mekanis dan kimia. Penganganan ini tidak bisa dipisahkan karena saling berhubungan erat satu dengan yang lainnya. Jika penanganannya tidak dilakukan dengan tepat maka akan terjadi kerusakan struktur bangunan sipil yang ditimbulkan oleh reaksi tanah baik secara mekanis maupun kimia.

Stabilisasi tanah adalah suatu cara yang digunakan untuk mengubah atau memperbaiki sifat dasar tanah sehingga diharapkan tanah dasar tersebut mutunya dapat lebih baik dan dapat meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dasar terhadap konstruksi yang akan dibangun di atasnya. Dalam rekayasa geoteknik, stabilisasi tanah secara umum terbagi dalam tiga kategori, yaitu secara mekanis, cara kimia, dan cara fisik. Cara mekanis didasarkan atas usaha-usaha mekanis, seperti kompaksi dan konsolidasi. Melalui cara paling umum yang digunakan, akan mengakibatkan kerapatan tanah meningkat, kompresibilitas tanah berkurang, yang kemudian diikuti pula dengan peningkatan kapasitas daya dukung dan stabilitas tanah. Pada cara 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

ti geotekstil dimasukkan atau disusun pada lapisan tanah untuk memperkuat
n.



Tanah laterit adalah tanah yang terbentuk di daerah tropis atau sub tropis dengan tingkat pelapukan tinggi pada batuan basa sampai batuan ultrabasa yang didominasi oleh kandungan logam besi. Tanah ini mengandung mineral-mineral lempung yang relatif tinggi utamanya *illite* dan *monmorilonite*, sehingga potensi kerusakannya relatif besar jika dilakukan pekerjaan konstruksi pada tanah seperti ini. Dengan kandungan mineral lempung dan unsur logam, tanah ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan baik pada pekerjaan konstruksi, industri, maupun pekerjaan lainnya, namun perlu kajian mendalam terhadap karakteristik detail dan kemungkinan perbaikannya sebelum digunakan.

Zeolit adalah material kristal silika-alumina yang memiliki struktur penataan polimer tiga dimensi yang terdiri dari unit-unit tetrahedral SiO_4 dan AlO_4 yang bergabung dengan jalan pemakaian bersama (*sharing*) oksigen, bersifat asam dan mempunyai pori yang berukuran molekul. Zeolit mempunyai kapasitas yang tinggi sebagai penyerap. Hal ini disebabkan karena zeolit dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan ukuran dan konfigurasi dari molekul. Mekanisme absorpsi yang mungkin terjadi adalah absorpsi fisika (melibatkan gaya Van der Waals), absorpsi kimia (melibatkan gaya elektrostatis), ikatan hydrogen dan pembentukan kompleks koordinasi. (Andreas dan Masduqi 2004)

Senyawa natrium silikat ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_3$), umumnya juga disebut *waterglass*, adalah bahan kimia yang paling banyak digunakan dalam produk industri. Misalnya, *waterglass* biasanya digunakan sebagai pengikat atau perekat dalam berbagai aplikasi, untuk meningkatkan ketahanan material terhadap api dan asam dan sebagai deterjen atau untuk meningkatkan kekuatan semen dan beton (Jansson, Bernin, dan Ramser 2015)

Dalam penelitian ini, kita akan bahas mengenai uji kuat tekan tanah laterit dengan menggunakan zeolit dan waterglass sebagai bahan pencampurnya. Zeolit digunakan untuk stabilisasi tanah dan waterglass sebagai aktivatornya. Dan dari

yang dikemukakan di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul:



“UJI KUAT TEKAN TANAH LATERIT STABILISASI ZEOLIT AKTIVASI *WATERGLASS*”

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana pengaruh penambahan *waterglass* pada variasi campuran tanah laterit dan zeolit terhadap nilai kuat tekan bebas?
2. Berapa nilai kuat tekan bebas campuran tanah laterit dan zeolite setelah penambahan variasi 2%, 4%, 6% *waterglass* dibandingkan tanah laterit asli?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Untuk mengkaji pengaruh penambahan *waterglass* pada variasi campuran tanah laterit dan zeolit terhadap nilai kuat tekan bebas.
2. Untuk mengkaji nilai kuat tekan bebas campuran tanah laterit dan zeolite setelah penambahan variasi 2%, 4%, 6% *waterglass* dibandingkan tanah laterit asli.

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 laterit
2. Pengujian dilakukan dengan penambahan *waterglass* pada variasi campuran tanah laterit dan zeolite.

Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium, bukan pada skala lapangan



4. Penelitian hanya meneliti sifat fisis dan mekanis tanah laterit, tidak meneliti unsur kimia tanah tersebut
5. Sifat-sifat fisis dan mekanis tanah yang dianalisis adalah
 - Pengujian berat jenis
 - Pengujian kadar air
 - Pengujian batas-batas atterberg
 - Pengujian analisa saringan dan hidrometer
 - Pengujian pemadatan (kompaksi)
 - Pengujian kuat tekan bebas
6. Bahan stabilisasi yang digunakan ialah zeolit dengan aktivator *waterglass*.
7. Waktu pengujian dilakukan pada pemeraman 1 jam setelah pengerjaan sampel.

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 alir 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 Permasalahan Strategis Penelitian

Menurut (Driessen and Soeprahardjo, 1974 dalam Prasetyo. B, 2009) luas area tanah laterit atau biasa disebut tanah merah di Indonesia mencapai 50 juta Ha sehingga memiliki potensi pengembangan yang besar bagi berbagai sektor. Dalam sektor pembangunan, tanah laterit diharapkan juga dapat dikembangkan sebagai lahan untuk pembangunan infrastruktur, namun klasifikasi jenis tanah merah menunjukkan tanah berada dalam kategori lanau hingga lempung dengan plastisitas tinggi sehingga memiliki daya dukung yang cenderung lemah. Tanah laterit juga memiliki kandungan besi oksida (FeO) yang tinggi (Prasetyo. B, 2009) sehingga dianggap tidak cocok untuk pembangunan infrastruktur dan perlu dilakukan perbaikan tanah.

2.2 Landasan Teori Penelitian

2.2.1 Tanah Laterit

Tanah laterit adalah tanah yang terbentuk di daerah tropis atau sub tropis dengan tingkat pelapukan tinggi pada batuan basa sampai batuan ultrabasa yang didominasi oleh kandungan logam besi. Tanah ini mengandung mineral-mineral lempung utamanya *kaolinite*, *illite* dan *montmorillonite*, sehingga potensi kerusakannya relative besar jika dilakukan pekerjaan konstruksi pada tanah seperti ini. Dengan kandungan mineral lempung dan unsure logam, tanah ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan baik pada pekerjaan konstruksi, industry, maupun lainnya, namun perlu kajian mendalam terhadap karakteristik detail dan kemungkinan perbaikannya sebelum digunakan.

Tanah laterit atau sering disebut dengan tanah merah merupakan tanah berwarna merah hingga coklat. Tanah ini memiliki profil yang dalam, mudah menyerap air, memiliki kandungan bahan organik sedang dan pH netral hingga asam dengan banyak kandungan logam terutama besi dan aluminium. Serta baik



digunakan sebagai bahan pondasi karena menyerap air dan teksturnya relative padat dan kokoh

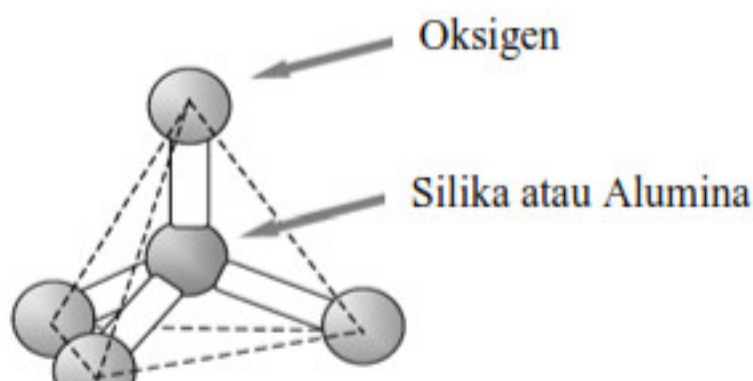
2.2.2 Zeolit

Zeolit adalah mineral yang terbentuk dari kristal batuan gunung berapi yang terjadi karena endapan magma hasil letupan gunung berapi jutaan tahun yang lalu. Zeolit merupakan suatu bahan stabilisasi tanah yang sangat cocok digunakan untuk meningkatkan kondisi tanah atau material tanah jelek/ di bawah standar. Penambahan zeolit ini akan meningkatkan kepadatan, meningkatkan ikatan antar partikel dalam tanah, daya dukung, kuat tekan serta kuat geser material tanah, sehingga memungkinkan pembangunan konstruksi di atasnya.



Gambar 2.1. Zeolit

Zeolit merupakan kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung kation alkali dan alkali tanah dalam kerangka tiga dimensinya, secara empiris mempunyai rumus sebagai berikut : $M_{x/n}(AlO_2)_x(SiO_2)_yH_2O$ dimana M = kation alkali tanah atau alkali, n = valensi logam alkali dan x,y = bilangan tertentu.



Gambar 2.2. Struktur Kimia Zeolit

Menurut *Aslina Br, Dkk* (2007), sifat kimia zeolit adalah sebagai berikut :

a. Dehidrasi

Dehidrasi bertujuan untuk melepaskan molekul air dari kisi kristal sehingga terbentuk suatu rongga dengan permukaan yang lebih besar dan tidak lagi terlindungi oleh sesuatu yang berpengaruh terhadap proses adsorpsi.

b. Penyerapan

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air yang berada di sekitar kation. Bila zeolit dipanaskan maka air tersebut akan keluar. Zeolit yang telah dipanaskan dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan.

c. Penukaran ion

Ion-ion pada rongga berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain tergantung pada sifat kation, suhu, dan jenis anion

d. Katalis

Zeolit sebagai katalis hanya mempengaruhi laju reaksi tanpa mempengaruhi keseimbangan reaksi karena mampu menaikkan perbedaan lintasan molekulnya dari reaksi. Katalis berpori dengan pori-pori sangat kecil akan memuat molekul-molekul kecil tetapi mencegah molekul besar masuk.

e. Penyaring/Pemisah

Zeolit sebagai penyaring molekul maupun pemisah atas perbedaan bentuk, ukuran, dan polaritas molekul yang disaring. Molekul yang berukuran lebih kecil dari ruang hampa dapat melintas sedangkan yang berukuran lebih besar hampa akan ditahan.

Adapun keuntungan pemakaian zeolit sebagai bahan campuran stabilisasi nah adalah :



1. Memperbaiki dan meningkatkan kualitas mineral yang ada dalam tanah
2. Meningkatkan ikatan antar partikel dalam tanah, sehingga dapat meningkatkan daya dukung dan kuat tekan tanah.
3. Meningkatkan tahanan tanah terhadap geser yang terjadi di lereng

Adapun mekanisme kerja *zeolit* secara kimiawi pada tanah antara lain (Susanto, Dedi 2015) :

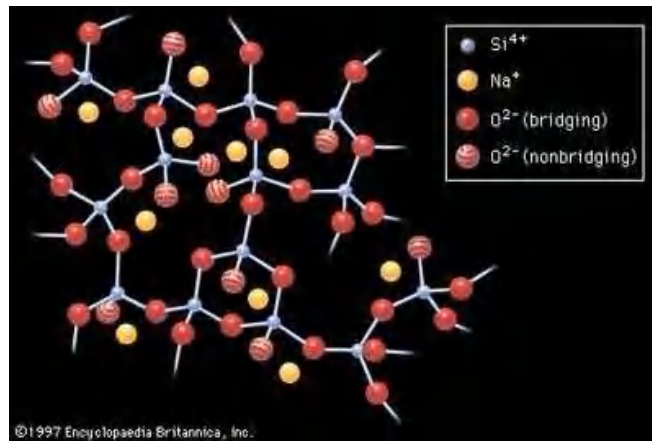
- Lempung terdiri dari partikel mikroskopik yang berbentuk plat yang mirip lempengan-lempengan kecil dengan susunan yang beraturan, mengandung ion (+) pada bagian muka/datar dan ion (-) pada bagian tepi platnya. Dalam kondisi kering, ikatan antara tepi plat cukup kuat menahan lempung dalam satu kesatuan, tetapi bagian tersebut sangat mudah menyerap air.
- Karena komposisi mineraloginya, pada saat turun hujan, plat yang memiliki kelebihan ion negatif (anion) akan menarik ion positif (kation) air yang akan menyebabkan air tersebut menjadi perekat antara partikel satu dengan partikel lainnya dan tak hilang meski tanah lempung dalam kondisi kering sekalipun. Ini merupakan sifat alamiah dari tanah lempung yang mudah mengembang dan menyusut. Hal ini menyebabkan tanah lempung sulit digunakan untuk konstruksi.
- Dengan komposisi kimianya, zeolit memiliki kemampuan yang sangat besar untuk melakukan sebagai penukar kation (*cation exchangers*), dan pengikat air. Pada saat Zeolit di jadikan bahan campuran tanah, zeolit akan dapat mengikat molekul H₂O sehingga sebagian besar molekul tersebut tidak bercampur dengan tanah, sehingga pada saat kondisi panas molekul H₂O akan dilepaskan oleh Zeolit sehingga pada saat tanah menjadi kering molekul H₂O tidak tertahan di dalam tanah.

2.2.4 Waterglass

Waterglass dengan reaksi kimia Na₂SiO₃ adalah salah satu bahan yang digunakan campuran semen dan tekstil, merupakan material yang dapat memberikan tahanan terhadap api. *Waterglass* dikenal sebagai air bening (*waterglass*) atau bening (*liquidglass*). *Waterglass*, berwarna putih dengan bentuk padat, dapat



larut dalam air (menghasilkan larutan alkali). *Waterglass* bersifat stabil, baik dalam bentuk biasa maupun larutan alkali. *Waterglass* merupakan salah satu bahan tertua dan paling aman yang sering digunakan di dalam industri kimia, hal ini dikarenakan proses produksi yang lebih sederhana maka sejak tahun 1818 *waterglass* berkembang dengan cepat. (Gunarti et al., 2013)



Gambar 2.3. Struktur Kimia *Waterglass* (Encyclopedia Britannica, 1997)

Waterglass adalah bahan *grout* yang paling populer karena kompatibilitas dan keamanannya terhadap lingkungan. Mereka dikembangkan menjadi berbagai sistem *grout* yang berbeda. Umumnya sistem *grout* didasarkan pada mereaksikan larutan silikat untuk membentuk koloid yang terpolimerisasi lebih lanjut untuk membentuk gel yang mengikat tanah atau partikel sedimen bersama dan mengisi rongga. Selain itu, *waterglass* adalah bubuk putih atau larutan tidak berwarna yang mudah larut dalam air, menghasilkan larutan alkali. *Waterglass* juga telah dipertimbangkan untuk digunakan sebagai agen peptisasi untuk meningkatkan sifat campuran tanah in-situ dan dengan cara ini meningkatkan homogenitas dan kekuatan tanah yang distabilkan. *Waterglass* harus dicampur dengan tanah sebelum pengikat ditambahkan. Adalah penting bahwa pencampuran ini tidak memiliki efek negatif pada proses hidrasi. *Waterglass* biasanya digunakan dalam aplikasi di mana pengurangan dalam kepadatan bulk diinginkan, dan dengan demikian dapat memiliki efek negatif tertentu pada kekuatan. Investigasi yang berbeda telah menunjukkan bahwa *waterglass* dapat meningkatkan kekuatan dan daya tahan pasir dan berlumpur, tetapi mereka hanya meningkatkan kekuatan jangka panjang dari tanah liat yang distabilkan dengan semen, kapur atau abu kapur terbang (Gunarti et al., 2011).



Digunakan untuk stabilisasi tanah, *waterglass* memiliki keunggulan unik: (i) kinerjanya yang andal dan terbukti, (ii) keamanan dan kemudahannya untuk konstruksi, dan (iii) penerimaan dan kompatibilitas lingkungannya. *Waterglass* telah dikembangkan menjadi berbagai sistem penstabil lempung yang berbeda. Sistem ini terdiri dari *waterglass* dan reaktor atau akselerator (misalnya Kalsium klorida dan kaolinit), yang dapat kompatibel dengan semen untuk mencapai sifat mekanik yang tinggi. Namun, ketika digunakan sebagai reaktor, kalsium klorida atau Kaolinit hanya dapat meningkatkan kekuatan semen portland pada tanah stabilisasi *waterglass* sebesar 20-50% (Moayedi et al., 2011)

Sedangkan menurut (Bahrami, H et.al., 2017) aktivasi menggunakan *waterglass* telah dikenal secara luas dapat meningkatkan percepatan perkerasan dan meningkatkan kuat tekan suatu campuran material.



Gambar 2.4. Waterglass



2.2.5 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi dalam bidang rekayasa teknik sipil disebut dengan perbaikan tanah. Stabilisasi dapat dilaksanakan dengan menambah sesuatu bahan atau komposit tertentu untuk menambah kekuatan pada tanah. Tujuan dari stabilisasi tanah yaitu meningkatkan kapasitas daya dukung tanah dalam menahan beban serta untuk meningkatkan kestabilan tanah.

Banyak material tanah di lapangan yang tidak dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam pengerjaan konstruksi. Kondisi material tanah yang tidak memenuhi syarat ini dapat diperbaiki sifat teknisnya sehingga kekuatannya meningkat. Secara umum, stabilisasi tanah dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu stabilisasi mekanis, kimiawi, dan fisik. Cara mekanis didasarkan atas usaha-usaha mekanis, seperti kompaksi dan konsolidasi. Melalui cara paling umum yang digunakan, akan mengakibatkan kerapatan tanah meningkat, kompresibilitas tanah berkurang, yang kemudian diikuti pula dengan peningkatan kapasitas daya dukung dan stabilitas tanah. Pada cara 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.

Menurut *Bowles* (1986) beberapa tindakan yang dilakukan untuk menstabilisasi tanah adalah sebagai berikut :

- 3 Meningkatkan kerapatan tanah,
- 4 Menambah material yang tidak aktif sehingga meningkatkan kohesi dan atau tahanan gesek yang timbul,
- 5 Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah,
Menurunkan muka air tanah (drainase tanah),
Mengganti tanah yang buruk.



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. Agar terjadi interaksi yang baik antara air dan tanah perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

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

2.2.6 Berat Spesifik

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 2.1. 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)

2.2.7 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 pada volume yang konstan tanpa retak-retak atau remuk.

Bergantung pada kadar air, tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, 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 :

8. Batas Cair (*Liquid Limit*)

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

9. 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 2.2. 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 berlanau	Sedang	Kohesif
>17	Lempung murni	Tinggi	Kohesif

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

10. 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)



madatan

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 :

- 2 Dapat memperbesar daya dukung tanah, karena sudut gesek dalam tanah bertambah besar dan kohesi (C) bertambah besar pula.
- 3 Mengurangi permeabilitas
- 4 Mengurangi *settlement* (penurunan tanah).
- 5 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_k atau γ_d .

2.2.9 Uji Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

Yang dimaksud dengan kekuatan tekan bebas adalah besarnya beban aksial persatuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat renggangan aksial mencapai 20%. Percobaan ini dimaksudkan untuk menentukan besarnya kekuatan tekan bebas sampel tanah yang bersifat kohesif dalam keadaan asli maupun buatan (*remoulded*).

Tegangan aksial yang diterapkan di atas benda uji berangsur-angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan. Sedangkan untuk hubungan konsistensi dengan kuat tekan bebas tanah dapat dilihat dalam tabel 2.3.

Tabel 2.3. Hubungan Kuat Tekan Bebas (q_u) Tanah Lempung dengan Konsistensinya

(q_u) (kg/cm ²)	Konsistensi
0 – 0,27	Sangat Lunak



0,27 – 0,54	Lunak
0,54 – 1,59	Menengah
1,59 – 2,15	Kaku
2,15 – 4,31	Sangat Kaku
> 4,31	Keras

(Sumber :Holtz dan Kovacs, 1981)

2.3 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.4. Penelitian Terdahulu

NAMA	JUDUL	METODE	HASIL
Jaritngam, S, (2013)	Development of Strength Model of Lateritic Soil-Cement	Investigasi perbaikan kemampuan tanah lateritic yang dimodifikasi dengan campuran semen. Sampel	Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan diketahui bahwa



		dibuat dengan variasi campuran semen masing masing 3%, 5%, 7%, dan 9% terhadap berat kering tanah laterit untuk identifikasi, selanjutnya dilakukan pemadatan dan diuji kekuatan tanah dengan metode <i>Unconfined Compression Test</i> (UCT)	campuran semen efektif untuk menaikkan nilai q_u dan modulus elastisitas pada tanah laterit
Latifi, N et.al., (2014)	Strength behavior and microstructural characteristics of tropical laterite soil treated with sodium silicate-based liquid stabilizer	Penelitian dilakukan dengan stabilisasi tanah jenis laterit menggunakan larutan stabilizer berbahan dasar <i>waterglass</i> (sodium silicate). Selanjutnya dilakukan pengujian makrostruktur berupa uji kompaksi dan uji unconfined compressive strength serta uji mikrostruktur menggunakan uji XRD (<i>X-ray diffractometry</i>)	Hasil penelitian menunjukkan derajat peningkatan daya dukung tanah laterit hasil stabilisasi mencapai empat kali lipat dibanding tanah asli dalam umur pemeraman 7 hari dan uji XRD menunjukkan tidak ada gel produk crystalline yang terbentuk selama masa pemeraman
an rian, ani,	Studi Analisis Daya Dukung	Penelitian ini dilakukan dengan cara pengujian pada	Hasil pengujian menunjukkan



lusmelia, dan Iswan (2015)	Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi yang Dicampur Zeolit	sampel tanah lempung yang dicampur zeolit dengan variasi 6%, 8%, 12%. Selanjutnya dilakukan uji mekanis yaitu pengujian CBR yang bertujuan untuk mengetahui daya dukung tanah setelah dicampur zeolit	bahwa semakin banyak campuran zeolit maka semakin naik pula daya dukung tanahnya. Akan tetapi, nilai CBR pada penelitian ini tidak dapat digunakan sebagai <i>subgrade</i> pada konstruksi jalan karena nilai CBRnya < 6%
Ma, C, et.al (2015)	Influence of sodium silicate and promoters on unconfined compressive strength of Portland cement-stabilized clay	Melakukan pengujian terhadap tanah laterit yang distabilisasi dengan campuran semen Portland, waterglass (sodium silicate) serta bahan-kimia yang berfungsi sebagai katalis (promoters) Selanjutnya dilakukan uji sifat fisik, uji kompresibilitas, uji unconfined compressive strength, dan uji mineralogy untuk mendapat sifat mikrostruktur dari campuran.	Hasil menunjukkan bahwa, stabilisasi semen, wataerglass, dan promoters komposit dapat menaikkan kekuatan lempung lunak berdasarkan nilai q_u yang didapat dan uji mineralogy menunjukkan stabilisasi yang dilakukan



			<p>menaikkan kepadatan tanah secara mikrostruktural</p>
--	--	--	---

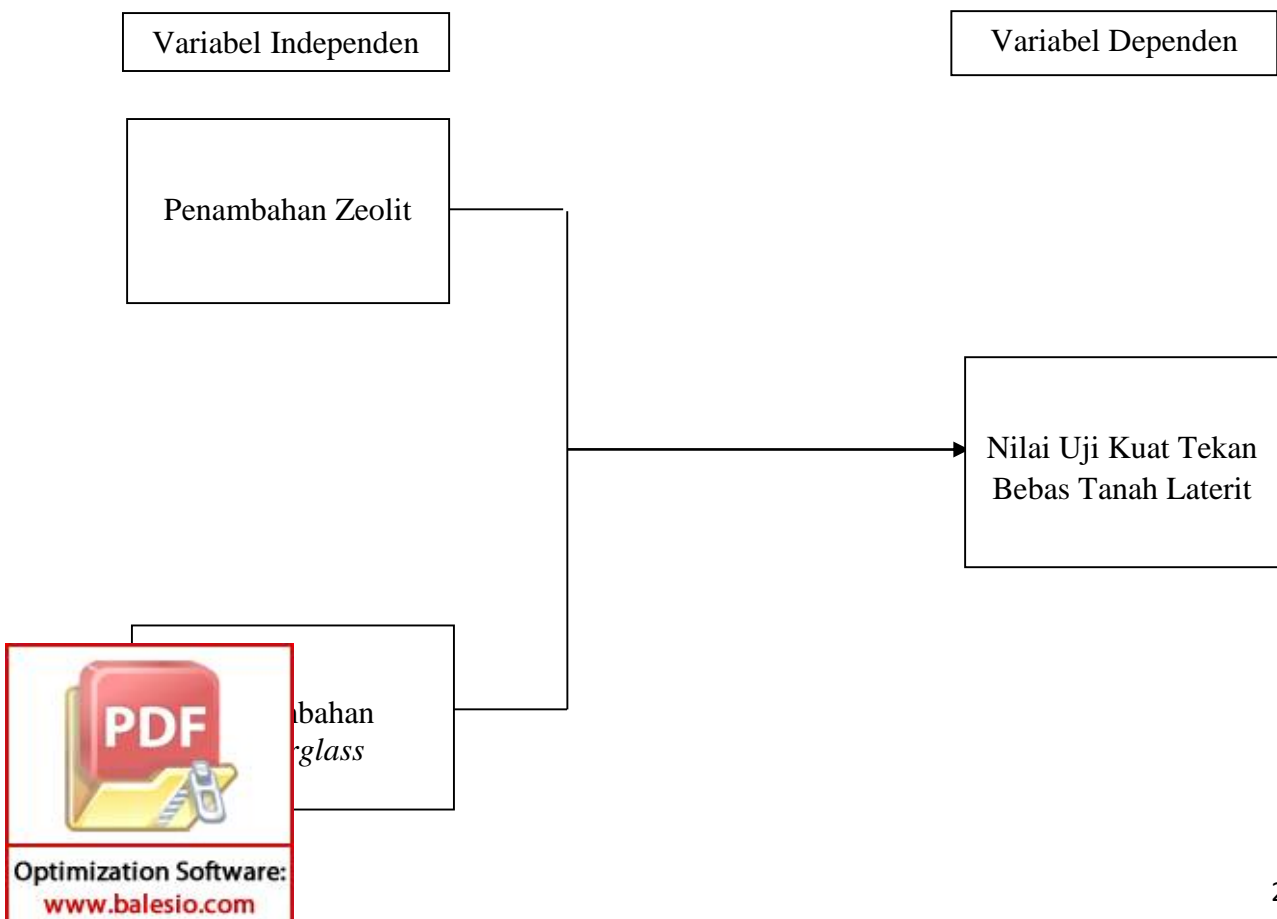
2.5 Kerangka Konsep Penelitian



ngka konsep adalah suatu hubungan atau kaitan antara konsep satu terhadap lainnya dari masalah yang ingin diteliti. Berdasarkan landasan teori yang

telah diuraikan dalam teori terkait, maka pada bab ini peneliti menentukan kerangka konsep penelitian yaitu variabel independen dan variabel dependen.

Variabel independen (variabel bebas) merupakan variabel yang menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel dependen (terikat). Variabel independen dalam penelitian ini adalah presentase penambahan waterglass dan zeolite pada tanah laterit. Sedangkan variable dependen dalam penelitian ini adalah nilai uji kuan tekan bebas tanah laterit.



Keterangan:

 : Diteliti