

TESIS
PERMEABILITAS & KUAT GESER CAMPURAN
BENTONIT-KITOSAN DAN PASIR; PENGARUH
KADAR AIR DAN KEPADATAN

NADA SALSABILA



REKAYASA GEOTEKNIK
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2024

TESIS
PERMEABILITAS & KUAT GESER CAMPURAN
BENTONIT-KITOSAN DAN PASIR; PENGARUH
KADAR AIR DAN KEPADATAN

Karya tulis sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar Magister dari
Universitas Lambung Mangkurat

Oleh
NADA SALSABILA
2220828320022



REKAYASA GEOTEKNIK
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
2024

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN TESIS PROGRAM STUDI S-2 TEKNIK SIPIL

PERMEABILITAS & KUAT GESER CAMPURAN BENTONIT-KITOSAN
DAN PASIR; PENGARUH KADAR AIR DAN KEPADATAN

oleh

Nada Salsabila (2220828320022)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 11 Januari 2024 dan dinyatakan
LULUS

Komite Penguji :

Ketua : Prof. Dr. Ir. Rusdiansyah, S.T., M.T.
NIP 19740809 200003 1 001

Sekretaris : Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19900306 202203 2 010

Anggota 1 : Dr. Hutagamissufardal, S.T., M.T.
NIP 19700212 199502 1 001

Anggota 2 : Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.
NIP 19720826 199802 1 001

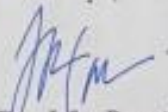
Pembimbing : Prof. Dr. Ing Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM
NIP 19750719 200003 1 001

Banjarbaru, 11 Januari 2024
diketahui dan disahkan oleh:


Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP 19740107 199802 1 001

Koordinator Program Studi
S-2 Teknik Sipil,


Dr. Eng. Irfan Prasetya, S.T., M.T.
NIP 19851026 200812 1 001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini merupakan penelitian yang telah saya lakukan. Segala kutipan dari berbagai sumber telah diungkapkan sebagaimana mestinya. Tesis ini belum pernah dipublikasikan untuk keperluan lain oleh siapapun juga.

Jika dikemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima hukuman dari ketidakbenaran pernyataan tersebut.

Banjarmasin, Januari 2024

Yang Membuat Pernyataan,

Nada Salsabila

2220828320022

ABSTRAK

PERMEABILITAS & KUAT GESER CAMPURAN BENTONIT-KITOSAN DAN PASIR; PENGARUH KADAR AIR DAN KEPADATAN

Nada Salsabila

2220828320022

Prof. Dr.-Ing Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM.

Kadar air dan energi yang digunakan selama proses pemadatan mempengaruhi perilaku tanah, khususnya yang mengandung lempung. Hal ini juga mencakup campuran bahan seperti campuran pasir bentonit yang diperkuat polimer. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan uji pemadatan dan mendapatkan parameter bahan campuran kitosan-bentonit-pasir. Bahan yang digunakan adalah polimer kitosan, bentonit, dan pasir. Jenis bentonitnya adalah kalsium bentonit. Pasir diambil dari Sungai Barito yang merupakan material yang umum digunakan dalam konstruksi dan tersedia dalam jumlah besar. Kedua bahan tersebut, yaitu kitosan dan bentonit, dicampur secara kimia terlebih dahulu dengan komposisi masing-masing 2% dan 98% berdasarkan berat. Campuran ini kemudian ditambahkan pada pasir dengan komposisi 10% kitosan-bentonit dan 90% pasir. Uji pemadatan *standard* dan *elevated Proctor* diterapkan pada sampel. Hasil penelitian pemadatan *standard Proctor* menunjukkan kepadatan kering maksimum (MDD) dan kadar air optimum (OMC) pemadatan masing-masing adalah 17,6 kN/m³ dan 9,9%. Kohesi (c) dan sudut gesek dalam (ϕ) yang diperoleh sebesar 7,79 kPa dan 26,68°, dengan permeabilitas (k) sebesar $1,437 \times 10^{-11}$ m/s. Untuk sampel yang dipadatkan menggunakan metode *elevated Proctor*, MDD dan OMC yang diperoleh masing-masing sebesar 17,7 kN/m³ dan 5,89%. Untuk parameter lainnya adalah c sebesar 9,11 kPa, (ϕ) sebesar 23,03° dan k sebesar $1,432 \times 10^{-11}$ m/s.

Kata kunci: Pemadatan Proctor, kitosan, polimer, bentonit, kepadatan kering

ABSTRACT

PERMEABILITY & SHEAR STRENGTH OF A MIXTURE OF BENTONITE-CHITOSAN AND SAND; EFFECT OF WATER CONTENT AND DENSITY

Nada Salsabila

2220828320022

Prof. Dr.-Ing Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM.

The water content and energy applied during the compaction process affect the behavior of soils, particularly those containing clay. This also includes material mixtures such as polymer-enhanced bentonite-sand mixtures. The aim of this research is to carry out compaction tests and obtain parameters for the chitosan-bentonite-sand mixture material. The materials used are chitosan polymer, bentonite, and sand. The type of bentonite is calcium bentonite. Sand was taken from the Barito River, which is a common material used in construction and is available in large quantities. The two materials, chitosan and bentonite, are chemically mixed first, with a composition of 2% and 98% on a weight basis, respectively. This mixture was then added to sand with a composition of 10% chitosan-bentonite and 90% sand. Standard and elevated Proctor compaction tests were applied to the samples. The results showed the maximum dry density (MDD) and optimum moisture content (OMC) of standard Proctor compaction are 17.6 kN/m³ and 9.9%, respectively. The cohesion (c) and internal friction angle (ϕ) obtained at the density are 7.79 kPa and 26.68°, with a permeability (k) of 1.437×10^{-11} m/s. For samples compacted using an elevated standard Proctor, MDD and OMC obtained are 17.7 kN/m³ and 5.89%, respectively. Other parameters are c of 9.11 kPa, ϕ of 23.03°, and k of 1.432×10^{-11} m/s.

Keywords: Proctor compaction, chitosan, polymer, bentonite, dry density.

PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis dengan judul “Permeabilitas & Kuat Geser Campuran Bentonit-Kitosan dan Pasir; Pengaruh Kadar Air dan Kepadatan”.

Penulisan tesis ini dilakukan untuk memenuhi syarat dalam mencapai Gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat. Di dalam proses penulisan tesis ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan tepat waktu. Oleh karena itu, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan doa restu, semangat, dan memfasilitasi saya hingga apa yang saya cita-citakan tercapai.
2. Kakak dan adik tercinta yang turut mendoakan untuk kelancaran selama pengerjaan tesis ini.
3. Bapak Prof. Dr.-Ing Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM. selaku Dosen Pembimbing dan Dosen Pembimbing Akademik saya yang selalu memberikan masukan dan bimbingan selama proses penyusunan tesis ini.
4. Bapak ibu peguji yang telah memberikan masukan dan saran untuk perbaikan tesis saya.
5. Muhammad Setiawan Ilmi yang senantiasa menemani dan memberikan semangat.
6. Andre, Eten, Doyok, Salimi, Riska dan semua Instruktur Laboratorium Mekanika Tanah FT-ULM yang membantu saya selama penelitian.
7. Kepala Laboratorium Struktur dan Material FT-ULM yang sudah memberikan izin penggunaan pasir dalam penelitian saya.
8. Semua keluarga dan teman-teman yang telah membantu dan memberikan dukungan.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu saran beserta kritikan yang membangun sangat diharapkan. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Banjarmasin, Januari 2024

Nada Salsabila

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL TESIS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR PERSAMAAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kitosan	5
2.2 Bentonit.....	6
2.3 Pasir.....	7
2.4 Clay Liner	8
2.5 Pemadatan.....	10
2.6 Uji Permeabilitas.....	11
2.7 Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>).....	12
2.8 Campuran Bentonit-Polimer dan Pasir	13
2.9 Sifat Fisik dan Mekanis Tanah.....	14
2.10 Pengaruh Pemadatan Terhadap Permeabilitas dan Kuat Geser	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Material yang digunakan.....	16
3.1.1 Bentonit.....	16
3.1.2 Kitosan	16

3.1.3	Pasir.....	17
3.2	Benda Uji	17
3.2.1	Persiapan Sampel	18
3.2.2	Pembuatan Benda Uji.....	18
3.3	Karakterisasi Campuran.....	18
3.3.1	FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)	19
3.3.2	SEM (Scanning Electron Microscope).....	19
3.3.3	XRD (X-Ray Diffraction)	20
3.4	Berat jenis (GS).....	20
3.5	Uji Pemasatan	21
3.6	Uji Permeabilitas.....	22
3.7	Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>).....	23
3.8	Diagram Alur Penelitian	25
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1	Sifat Teknis Pasir	26
4.2	Sifat Mekanis Pasir	26
4.3	Uji FTIR.....	27
4.4	Uji XRD.....	28
4.5	Uji SEM	30
4.6	Uji Pemasatan	31
4.7	Uji Geser Langsung	32
4.8	Uji Permeabilitas.....	34
BAB V	PENUTUP	38
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran	38
DAFTAR RUJUKAN	39
LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Klasifikasi Permeabilitas	12
Tabel II.2 Hubungan Jenis Tanah dengan Sudut Geser	13
Tabel III.1 Sifat Teknis Bentonit yang digunakan	16
Tabel III.2 Bagian Klasifikasi Tanah (SNI-6371-2015)	17
Tabel III.3 Perbedaan Pemadatan Standard Proctor dan Elevated Proctor	21
Tabel IV.1 Hasil Uji Sifat Teknis Pasir	26
Tabel IV.2 Hasil Uji Sifat Mekanis Pasir.....	27
Tabel IV.3 Hasil Pengujian Pemadatan	31
Tabel IV.4 Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung	33
Tabel IV.5 Hasil Uji Permeabilitas	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Struktur Kitosan.....	6
Gambar II.2 Sketsa Mikro Bentonit	7
Gambar II.3 Sanitary Landfill	9
Gambar II.4 Sistem liner yang digunakan di beberapa negara di dunia	10
Gambar III.1 Alat Permeabilitas	22
Gambar III.2 Alat Geser Langsung.....	23
Gambar III.3 Diagram Alur Penelitian.....	25
Gambar IV.1 Hasil Uji FTIR	27
Gambar IV.2 Hasil Uji XRD Bentonit dan Campuran 98% bentonit-2% kitosan..	28
Gambar IV.3 Detail Hasil XRD pada 2θ antara $18-24^\circ$	29
Gambar IV.4 Detail Hasil XRD pada 2θ antara $24-30^\circ$	29
Gambar IV.5 Hasil SEM Sampel Bentonit dan Campuran Bentonit 98% -Kitosan 2%	31
Gambar IV.6 Grafik uji pemadatan.....	31
Gambar IV.7 Hubungan σ vs τ pada benda uji tipe 1 ($\gamma= 17,6 \text{ kN/m}^3$)	33
Gambar IV.8 Hubungan σ vs τ pada benda uji tipe 2 ($\gamma= 17,7 \text{ kN/m}^3$)	33
Gambar IV.9 Permeabilitas campuran bentonite-kitosan dan pasir.....	36
Gambar IV.10 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Sebelumnya....	37

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Uji Pemadatan	8
Persamaan 2.2 Uji Geser Langsung	9
Persamaan 3.1 Koefisien Keseragaman	13
Persamaan 3.2 Koefisien Kelengkungan	13
Persamaan 3.3 Uji Berat Jenis	17