

TUGAS AKHIR
ANALISIS PENGARUH WAKTU PENCAMPURAN
TERHADAP *TENSILE STRENGTH* PADA CAMPURAN
BENTONIT DAN KITOSAN SEBAGAI MATERIAL
DASAR *CLAY LINER*

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam menempuh pendidikan S-1
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat



Oleh:

MUKHLIS HIDAYAT

NIM. 2110811210065

Dosen Pembimbing :

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

NIP. 19750719 200003 1 001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
BANJARBARU
2025

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Mukhlis Hidayat
NIM : 2110811210065
Fakultas : Teknik
Jurusan : S-1 Teknik Sipil
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Waktu Pencampuran Terhadap *Tensile Strength* Pada Campuran Bentonit Dan Kitosan Sebagai Material Dasar *Clay Liner*
Pembimbing : Prof. Dr.-Ing Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis



Mukhlis Hidayat

2110811210065

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

**Analisis Pengaruh Waktu Pencampuran Terhadap *Tensile Strength* Pada
Campuran Bentonit Dan Kitosan Sebagai Material Dasar *Clay Liner***

Oleh

Mukhlis Hidayat (2110811210065)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 06 Januari 2025 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Prof. Dr. Rusdiansyah, S.T, M.T.

NIP. 19940601 202203 2 014

Anggota 1 : Ir. Humaira Afrila, S.T, M.T.

NIP. 19950411 202321 2 036

Anggota 2 : Gawit Hidayat, S.T, M.T.

NIP. 19721028 199702 1 001

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

Utama NIP. 19750719 200003 1 001

Banjarbaru,

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-1 Teknik Sipil,

Dr. Muhammad Arsvad, S.T.,M.T.

NIP. 19720826 199802 1 001

**ANALISIS PENGARUH WAKTU PENCAMPURAN
TERHADAP *TENSILE STRENGTH* PADA CAMPURAN
BENTONIT DAN KITOSAN SEBAGAI MATERIAL DASAR
*CLAY LINER***

Mukhlis Hidayat¹, Yulian Firmana Arifin²

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Jenderal Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714
E-mail: muklis121111@gmail.com*

ABSTRAK

Pertumbuhan populasi dan peningkatan konsumsi telah menyebabkan pencemaran tanah oleh air lindi, yang mengakibatkan kerusakan pada sifat mekanis tanah. Dalam bidang geoteknik, lapisan tanah liat berbasis bentonit sering digunakan untuk memperkuat tanah dan menjaga stabilitas struktur di tempat pembuangan akhir (TPA).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kekuatan tarik campuran bentonit-kitosan yang dipadatkan, dengan mengamati pengaruh variasi waktu pencampuran. Proses persiapan dilakukan dalam dua tahap utama dengan waktu pencampuran yang bervariasi. Pada tahap pertama, kitosan (2% berat) dicampur dengan larutan asam asetat 2% (v/v), kemudian diaduk dengan bentonit hingga membentuk campuran yang homogen. Selanjutnya, pada tahap kedua, campuran bentonit-kitosan dicampur dengan larutan sodium tripolifosfat 5% (berat) untuk memulai proses pembentukan ikatan silang.

Sampel kemudian dipadatkan menggunakan dongkrak hidrolik hingga mencapai kepadatan kering 16 kN/m^3 pada kadar air 10%. Pengujian kekuatan tarik belah dilakukan mengacu pada standar ASTM D 3967-08 untuk mengevaluasi sifat mekaniknya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pencampuran berperan signifikan dalam menentukan kekuatan tarik campuran bentonit-kitosan. Waktu pencampuran yang lebih singkat (1+1) menghasilkan kekuatan tarik yang lebih rendah sekitar 0,328 MPa dan regangan 1,3%, sedangkan waktu pencampuran yang lebih lama menghasilkan peningkatan kekuatan tarik hingga 0,66 MPa dan regangan hingga 2,1%. Penelitian ini menunjukkan pentingnya mengoptimalkan waktu pencampuran untuk memperbaiki sifat mekanis material.

Kata Kunci: Bentonit, Kitosan, *Clay Liner*, Kuat Tarik

ANALYSIS OF THE EFFECT OF MIXING TIME ON TENSILE STRENGTH OF BENTONITE AND CHITOSAN BLENDS AS CLAY LINER BASE MATERIAL

Mukhlis Hidayat¹, Yulian Firmana Arifin²

Civil Engineering Program, Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University
Jl. Jenderal Achmad Yani Km 35.5, Banjarbaru, South Kalimantan – 70714
E-mail: muklis121111@gmail.com

ABSTRACT

Population growth and increased consumption have led to soil pollution by leachate water, resulting in damage to the mechanical properties of the soil. In the geotechnical field, bentonite-based clay layers are often used to reinforce soil and maintain structural stability in landfills.

This study aimed to assess the tensile strength of compacted bentonite-chitosan mixtures, observing the effect of variation in mixing time. The preparation process was carried out in two main stages with varying mixing times. In the first stage, chitosan (2% by weight) was mixed with 2% (v/v) acetic acid solution, then stirred with bentonite to form a homogeneous mixture. Furthermore, in the second stage, the bentonite-chitosan mixture was mixed with 5% (by weight) sodium tripolyphosphate solution to initiate the crosslinking process.

The samples were then compacted using hydraulic jacks until they reached a dry density of 16 kN/m³ at 10% moisture content. Split tensile strength testing was conducted according to ASTM D 3967-08 standard to evaluate the mechanical properties. The results showed that mixing time plays a significant role in determining the tensile strength of bentonite-chitosan blends. Shorter mixing time (1+1) resulted in lower tensile strength of about 0.328 MPa and strain of 1.3%, while longer mixing time resulted in increased tensile strength up to 0.66 MPa and strain up to 2.1%. This research shows the importance of optimising the mixing time to improve the mechanical properties of the material.

Keywords: *Bentonite, Chitosan, Clay Liner, Tensile Strength*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Segala syukur terpanjatkan untuk Allah SWT, Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, karena atas berkah rahmat dan hidayah-Nya jualah tugas akhir ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam juga untuk junjungan umat, Nabi Besar Muhammad SAW. Harapan dan doa semoga kita dapat memperoleh kebahagiaan dunia dan akhirat.

Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk menempuh ujian Strata Satu (S1) Pada Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru, dengan judul “Analisa Pengaruh Waktu Pencampuran Terhadap Tegangan Tarik Pada Campuran *Bentonite* Dan Kitosan Sebagai Bahan *Dasar Clay Liner*”.

Keberhasilan penyusunan tugas akhir ini berkat doa restu dan dukungan banyak pihak, untuk itu penyusun mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala bentuk kasih sayang, ilmu, dan limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua saya serta seluruh keluarga yang tidak pernah putus memberikan doa, semangat, dan motivasi yang tiada henti-hentinya saat menjalani perkuliahan serta mengerjakan Tugas Akhir ini
3. Bapak Prof. Dr.-Ing. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan ilmu, saran, dan waktunya, serta dengan sabar memberikan bimbingan dari awal hingga selesainya tugas akhir ini.
4. Kepada Pemilik NIM. 2330912320044 yang selalu setia menemani dan memberikan *support* dengan sepenuh hati.
5. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
6. Bapak Prof. Dr. Rusdiansyah, S.T., M.T., Ibu Ir. Humaira Afrila, S.T., M.T., dan Bapak Gawit Hidayat, S.T., M.T. selaku dosen penguji.
7. Segenap Dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, khususnya staf pengajar di lingkungan Program Studi S-1 Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.

8. Kepada rekan penelitian Muhammad Naufal Herfian Rizqullah dan Muhammad Anshari yang selalu membantu dan berjuang bersama dalam pengerjaan tugas akhir ini.
9. Rekan-rekan instruktur Laboratorium Mekanika Tanah ULM yang telah banyak membantu dalam mengerjakan penelitian ini.
10. Pihak Yayasan Karya Salemba Empat dan PT Profesional Telekomunikasi Indonesia – Protelindo yang telah memberikan beasiswa sehingga bisa menyelesaikan kuliah dan penelitian penyusun sampai akhir.
11. Keluarga besar Eclipse 21 yang menemani hari-hari perkuliahan dengan semangat dan ideologi mahasiswa yang membara.
12. Keluarga HMS FT ULM yang banyak memberikan pelajaran berarti selama masa perkuliahan.
13. Semua pihak yang telah memberikan andil besar dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih belum sempurna baik dari segi bahasa, teknik penulisan maupun dari segi keilmuannya. Oleh karenanya, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini dimasa yang akan datang.

Akhir kata penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat memperkaya ilmu.

Banjarbaru, 2024

Penulis

Mukhlis Hidayat

2110811210065

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Bentonite	5
2.2. Kitosan	6
2.3. <i>Clay Liners</i>	6
2.4. Campuran Bentonite-Kitosan.....	8
2.5. Sifat Teknis dan Mekanis Tanah	10
2.5.1. Batas-batas Konsistensi (Atterberg Limit Test)	10
2.5.2. Pengujian Kuat Tarik.....	11
2.6. Pengujian Sifat Fisik Dan Kimia untuk Campuran Material	15
2.6.1. FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy).....	15
2.6.2. SEM (Scanning Electron Microscopy)	15
2.6.3. XRD (X-Ray Diffraction)	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1. Bagan Alur Penelitian	17
3.2. Studi Literatur	18
3.3. Material yang Digunakan.....	18
3.3.1. Bentonite	18
3.3.2. Kitosan	18
3.4. Benda Uji	18
3.4.1. Persiapan Benda Uji.....	18
3.4.2. Pembuatan Benda Uji.....	19
3.5. Karakterisasi Campuran.....	19
3.5.1. FTIR (<i>Fourier transform infrared spectroscopy</i>)	20
3.5.2. SEM (<i>scanning electron microscope</i>).....	20
3.5.3. XRD (X-Ray Diffraction).....	21
3.5.4. Pengujian Batas Cair (Liquid Limit).....	22
3.5.5. Pengujian Sifat Mekanis Tanah.....	23
BAB IV PEMBAHASAN.....	24
4.1. Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Bahan	24
4.1.1. Sifat Fisik Bentonit	24
4.1.2. Sifat Kimia Bentonite.....	24
4.1.3. Sifat Fisik <i>Chitosan</i>	27
4.1.4. Sifat Kimia <i>Chitosan</i>	28
4.2. Pengaruh Waktu Campuran Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Mikroskopik	28
4.2.1. Sifat Fisik Campuran Bentonite-Kitosan	29
4.2.2. Sifat Kimia Campuran Bentonite-Kitosan	32
4.2.3. Analisis Mikroskopik Campuran Bentonite-Kitosan.....	33

4.3.	Parameter-Parameter Tegangan Tarik Campuran Bentonite-Kitosan ...	35
4.3.1.	Tegangan-Regangan	35
4.3.2.	Modulus Elastis	41
4.3.3.	Pola Keretakan	43
4.3.4.	Implikasi.....	48
4.4.	Diskusi Hasil	50
4.4.1.	Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya	50
BAB V KESIMPULAN		52
5.1.	Kesimpulan	52
5.2.	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA		54
LAMPIRAN A Administrasi		62
LAMPIRAN B Pengujian Sifat Fisik.....		75
LAMPIRAN C Pengujian Sifat Mekanis (ASTM D3967-08).....		80
LAMPIRAN D Dokumentasi.....		84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Kimia Kitosan	6
Gambar 2. 2 Bagan Plastisitas dan Kecocokan Material Sebagai Liner	7
Gambar 2. 3 Struktur Tiga Dimensi dari <i>Montmorillonit</i>	9
Gambar 2. 4 Batas-batas Konsistensi (Atterberg Limits)	10
Gambar 2. 5 Diagram Plastisitas (Plasticity Chart)	11
Gambar 3. 1 Bagan Alur Penelitian.....	17
Gambar 3. 2 Contoh Data Hasil Dari Pengujian FTIR	20
Gambar 3. 3 Contoh Pengujian Sampel Uji SEM.....	21
Gambar 3. 4 Contoh Data Hasil Pengujian XRD.....	22
Gambar 4. 1 Pengujian XRD Bentonite.....	25
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Uji XRF Bentonite.....	26
Gambar 4. 3 <i>Chitosan</i>	27
Gambar 4. 4 <i>Chitosan</i> dilarutkan dengan Asam Asetat.....	27
Gambar 4. 5 Sifat Kimia <i>Chitosan</i>	28
Gambar 4. 6 <i>Liquid Limit</i>	31
Gambar 4. 7 <i>Plastic Limit</i>	31
Gambar 4. 8 <i>Plasticity Index</i>	31
Gambar 4. 9 Hasil Uji FTIR Campuran Bentonite-Kitosan.....	32
Gambar 4. 10 Hasil Pengujian SEM-EDX – (a) Variasi 1+1 Perbesaran 20.000x, (b) Variasi 1+4 Perbesaran 20.000x, (c) Variasi 2+1 Perbesaran 20.000x, (a) Variasi 2+4 Perbesaran 20.000x.....	34
Gambar 4. 11 <i>Ring</i> Benda Uji	35
Gambar 4. 12 Grafik Tegangan-Regangan Bentonite 100%.....	36
Gambar 4. 13 Grafik Tegangan-Regangan - (a) Waktu Pencampuran 1+1, (b) Waktu Pencampuran 1+2, (c) Waktu Pencampuran 1+3, (d) Waktu Pencampuran 1+4..	36
Gambar 4. 14 Grafik Tegangan-Regangan - (a) Waktu Pencampuran 2+1, (b) Waktu Pencampuran 2+2, (c) Waktu Pencampuran 2+3, (d) Waktu Pencampuran 2+4..	37
Gambar 4. 15 Hubungan regangan dan tegangan tarik	38
Gambar 4. 16 Nilai Tegangan Tarik.	39
Gambar 4. 17 Nilai Regangan dari Pengujian Tarik	40

Gambar 4. 18 Nilai Modulus Elastis (MPa).....	42
Gambar 4. 19. Pola retak bentonit tanpa campuran sampel 1 (a), Pola retak Sampel 2 (b), dan pola retak sampel 3 (c).....	44
Gambar 4. 20 Pola retak Sampel 1 (a), 2 (b), 3 (c), dan 4 (d) pada pengujian kekuatan tarik.....	44
Gambar 4. 21 Pola retak Sampel 5 (a), 6 (b), 7 (c), dan 8 (d) pada pengujian kekuatan tarik.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Metode pengujian kuat tarik tanah	12
Tabel 3. 1 Variasi Waktu Pencampuran.....	19
Tabel 4. 1 Sifat Fisik Bentonite.....	24
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Atterberg Limit.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

A. 1 Surat Kesiediaan Dosen Pembimbing	62
A. 2 Surat Permohonan Penyusunan Skripsi	63
A. 3 Lembar Asistensi Seminar Proposal.....	64
A. 4 Surat Penunjukan Pembimbing Seminar Proposal.....	65
A. 6 Berita Acara Seminar Proposal	67
A. 7 Lembar Asistensi Seminar Hasil	69
A. 8 Surat Penunjukan Penguji Sidang Skripsi.....	70
A. 9 Berita Acara Seminar Hasil	73
B. 1 Atteberg Limit Test Campuran Bentonit-Chitosan (ASTM D 4318-00).....	75
B. 2 Berat Jenis	79
C. 1 Pengujian Kuat Tarik Bentonit 100%.....	80
C. 2 Pengujian Kuat Tarik Campuran Bentonit-Kitosan variasi 1+1.....	80
C. 3 Pengujian Kuat Tarik Campuran Bentonit-Kitosan variasi 1+2.....	80
C. 4 Pengujian Kuat Tarik Campuran Bentonit-Kitosan variasi 1+3.....	81
C. 5 Pengujian Kuat Tarik Campuran Bentonit-Kitosan variasi 1+4.....	81
C. 6 Pengujian Kuat Tarik Campuran Bentonit-Kitosan variasi 2+1.....	82
C. 7 Pengujian Kuat Tarik Campuran Bentonit-Kitosan variasi 2+2.....	82
C. 8 Pengujian Kuat Tarik Campuran Bentonit-Kitosan variasi 2+3.....	83
C. 9 Pengujian Kuat Tarik Campuran Bentonit-Kitosan variasi 2+4.....	83
D. 1 Pengujian Atteberg Limit Test.....	84
D. 2 Pencampuran Bentonit dan Kitosan dengan Mixer.....	84
D. 3 Dongkrak Pemasatan	85
D. 4 Penjenuhan Campuran Bentonit dan Kitosan.....	85
D. 5 Proses pemasatan	86
D. 6 Pengujian <i>Spesific Gravity</i>	86
D. 7 Pengujian Kuat Tarik Campuran Bentonit dan Kitosan.....	87
D. 8 Pencampuran Kitosan dan Asam Asetat.....	87