

TUGAS AKHIR

PENGARUH WAKTU PENCAMPURAN TERHADAP *UNCONFINED COMPRESSION STRENGTH* PADA PERILAKU TEKNIS *BENTONITE* – KITOSAN SEBAGAI BAHAN DASAR *CLAY LINER*

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

Oleh:

Muhammad Anshari

NIM. 2110811210027

Dosen Pembimbing:

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

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 PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL**

**Pengaruh Waktu Pencampuran Terhadap Unconfined Compression
Strength Pada Perilaku Teknis Bentonite – Kitosan Sebagai Bahan Dasar
Clay Liner**

**Oleh
Muhammad Anshari (2110811210027)**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 6 Januari 2025 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji :

Ketua : Dr. Ir. Muhammad Afief Ma'ruf, S.T., M.T.

NIP. 19841031 200812 1 001

Anggota 1 : Prof. Dr. Rusdiansyah, S.T., M.T.

NIP. 19740809 200003 1 001

Anggota 2 : Ir. Rusliansyah, M. Sc.

NIP. 19630131 199103 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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Anshari
NIM : 2110811210027
Fakultas : Teknik
Jurusan : S-1 Teknik Sipil
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Waktu Pencampuran terhadap
Unconfined Compression Strenght pada Perilaku
Teknis *Bentonite* – Kitosan Sebagai Bahan Dasar
Clay Liner
Pembimbing : Prof. Dr.-Ing. Yulian Firmana Arifin,S.T.,M.T.

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.

Banjarbaru, 2025

Penulis



Muhammad Anshari

NIM. 2110811210027

PENGARUH WAKTU PENCAMPURAN TERHADAP UNCONFINED COMPRESSION STRENGTH PADA PERILAKU TEKNIS BENTONITE – KITOSAN SEBAGAI BAHAN DASAR CLAY LINER

Muhammad Anshari¹, 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: m.ansanshari@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan populasi dan konsumsi memicu pencemaran tanah oleh air lindi, merusak sifat mekaniknya. Dalam geoteknik, clay liner berbasis *bentonite* digunakan untuk memperkuat tanah dan mendukung stabilitas struktur di TPA. Penelitian ini memanfaatkan campuran *bentonite* dan kitosan untuk meningkatkan kekuatan tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh durasi pencampuran *bentonite* dan kitosan terhadap kekuatan mekanik kompositnya untuk aplikasi teknik. Variasi durasi pencampuran dengan penambahan asam asetat dan sodium tripolyphosphate diuji untuk menentukan kondisi optimal material berkekuatan tinggi dan kedap air. Uji kuat tekan bebas (UCT) dan analisis pola retak dilakukan untuk mengevaluasi sifat mekanik dan kestabilan struktural material

Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi pencampuran optimal adalah 2+2 jam, yaitu saat 2 jam pencampuran *Bentonite*, Kitosan serta Asam Asetate dan 2 jam pencampuran dengan sodium tripolyphosphate, dengan nilai Kuat Tekan Bebas (qu) mencapai 13,773 kg/cm² dan *Modulus Young* sebesar 102,52 kg/cm². Kondisi ini menghasilkan material dengan distribusi kitosan yang merata dalam matriks *bentonite*, membentuk struktur padat, stabil, dan kedap air. Meskipun waktu pencampuran lebih singkat memberikan hasil yang cukup baik, durasi pencampuran yang terlalu lama menunjukkan efek saturasi yang menurunkan performa material akibat distribusi bahan yang tidak optimal. Temuan ini menunjukkan potensi besar material *bentonite*-kitosan untuk berbagai aplikasi teknik sipil.

Kata Kunci: *Bentonite*, Kitosan, *Clay Liner*, Kuat Tekan Bebas

THE EFFECT OF MIXING DURATION ON THE UNCONFINED COMPRESSION STRENGTH OF BENTONITE-CHITOSAN TECHNICAL BEHAVIOR AS A BASE MATERIAL FOR CLAY LINERS

Muhammad Anshari¹, 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: m.ansanshari@gmail.com

ABSTRACT

The increase in population and consumption has led to soil contamination by leachate, damaging its mechanical properties. In geotechnical engineering, bentonite-based clay liners are commonly used to strengthen soil and support structural stability in landfills. This study utilizes a mixture of bentonite and chitosan to enhance soil strength.

The study aims to examine the effect of mixing duration on the mechanical strength of bentonite-chitosan composites for engineering applications. Variations in mixing duration with the addition of acetic acid and sodium tripolyphosphate were tested to determine the optimal conditions for producing high-strength and impermeable materials. Unconfined Compressive Strength (UCT) tests and crack pattern analyses were conducted to evaluate the mechanical properties and structural stability of the material.

The research results indicate that the optimal mixing duration is 2+2 hours, consisting of 2 hours of mixing Bentonite, Chitosan, and Acetic Acid, followed by 2 hours of mixing with sodium tripolyphosphate. This condition achieves an Unconfined Compressive Strength (q_u) of 13.773 kg/cm² and a Young's Modulus of 102.52 kg/cm². This setup produces a material with evenly distributed chitosan within the bentonite matrix, forming a dense, stable, and waterproof structure. Although shorter mixing durations yield fairly good results, excessively prolonged mixing leads to saturation effects that reduce material performance due to suboptimal material distribution. These findings demonstrate the significant potential of bentonite-chitosan material for various civil engineering applications.

Keywords: *Bentonite, Chitosan, Clay Liner, Unconfined Compressive 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 duniya dan akhirat.

Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk menempuh ujian Strata Satu (S1) Pada Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru, dengan judul “Pengaruh Waktu Pencampuran terhadap *Unconfined Compression Strenght* pada Perilaku Teknis *Bentonite* – 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. Panutan hidup, Bapak Bahruji, S.T. dan, Ibu Ermina Sari, S.T. kedua orang tua tercinta saya yang senantiasa memberikan dukungan, kasih sayang, doa restu, serta memfasilitasi saya hingga saya sampai selesainya Tugas Akhir ini.
3. Kepada Bapak Prof. Dr.-Ing. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing yang telah dengan penuh kesabaran memberikan ilmu, saran, serta waktu berharga untuk membimbing proses penyelesaian tugas akhir ini dari awal hingga selesai.
4. Kepada Bapak Ir. Rusliansyah, M. Sc. sebagai dosen pembimbing akademik yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama masa perkuliahan.
5. Seluruh dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, khususnya staf pengajar Program Studi S-1 Teknik Sipil, yang telah memberikan ilmu berharga selama masa perkuliahan.
6. Rekan-rekan instruktur Laboratorium SuperSIG FT ULM yang telah memberikan penulis pengalaman berharga, ilmu, suka duka dan canda tawa yang tidak ternilai kenangannya.

7. Rekan-rekan instruktur Laboratorium Mekanika Tanah ULM yang telah banyak memberikan saran dan membantu dalam penelitian ini hingga selesai.
8. Keluarga besar Eclipse yang telah menjadi teman perjalanan selama perkuliahan, dengan semangat dan ideologi mahasiswa yang selalu membara.
9. Sahabat Kijang yang selalu memberikan semangat dengan caranya masing-masing, memberikan inspirasi dalam hal apapun, serta berbagi pahit manis kehidupan.
10. Kepada seseorang yang tak kalah penting, Raidha Syafitri. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis yang senantiasa mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah dan memberikan semangat serta motivasi untuk pantang menyerah.
11. Kepada diri saya sendiri, Muhammad Anshari. Terima kasih sudah mampu berjuang dan bertahan sejauh ini atas semua tantangan serta rintangan. Terima kasih tetap menjadi manusia yang selalu mau berusaha dan tidak lelah mencoba.
12. Dan semua pihak yang telah memberikan andil besar dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Terima Kasih telah berkontribusi dalam penyusunan tugas akhir ini. Semoga menjadikan amal dan mendapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih memiliki kekurangan, baik dari segi bahasa, teknik penulisan, maupun keilmuannya. Oleh karena itu, dengan tulus dan rendah hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dari para pembaca untuk penyempurnaan tugas akhir ini di masa mendatang.

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

Banjarbaru, 2025

Penulis



Muhammad Anshari

NIM. 2110811210027

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	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 Clay Liner	5
2.2 <i>Bentonite</i>	6
2.3 Kitosan	7
2.4 Campuran <i>Bentonite</i> - Kitosan	9
2.5 Sifat Fisik Tanah	10
2.5.1 Batas-batas Konsistensi (<i>Atterberg Limit Test</i>).....	10
2.6 Sifat Mekanis Tanah.....	11
2.6.1 Uji Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>).....	12
2.7 Penelitian Mengenai Bahan Campuran <i>Bentonite</i> -Kitosan	15

BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	16
3.2 Studi Literatur	16
3.3 Material yang Digunakan.....	17
3.3.1 <i>Bentonite</i>	17
3.3.2 Kitosan	17
3.4 Benda Uji	17
3.4.1 Persiapan Benda Uji	18
3.4.2 Pembuatan Benda Uji	18
3.5 Karakterisasi Campuran.....	19
3.5.1 Pengujian Sifat Teknis Tanah	21
3.5.2 Pengujian Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>).....	21
3.5.3 Pengujian Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>).....	22
3.6 Pengujian Sifat Mekanis Tanah.....	23
3.6.1 Pengujian Kuat Tekan Bebas	24
3.7 Analisis Data	25
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Bahan	26
4.1.1 Sifat Fisik <i>Bentonite</i>	26
4.1.2 Sifat Kimia <i>Bentonite</i>	26
4.1.3 Sifat Fisik Kitosan	29
4.1.4 Sifat Kimia Kitosan	29
4.2 Pengaruh Waktu Campuran terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Mikroskopik.....	30
4.2.1 Sifat Fisik Campuran <i>Bentonite</i> -Kitosan	30

4.2.2	Sifat Kimia Campuran <i>Bentonite</i> -Kitosan	33
4.2.3	Analisis Mikroskopik Campuran <i>Bentonite</i> -Kitosan.....	34
4.3	Analisis Pengaruh Campuran <i>Bentonite</i> -Kitosan terhadap Nilai <i>Unconfined Compression Strength Test</i> (UCT).....	36
4.3.1	Pengaruh <i>Bentonite</i> 100% tanpa Campuran Kimia.....	36
4.3.2	Pengaruh Campuran <i>Bentonite</i> -Kitosan	37
4.3.2.1	Variasi 1+1 (1 jam <i>Bentonite</i> + Kitosan + Asam Asetat + 1 jam sodium <i>tripolyphosphate solution</i>)	37
4.3.2.2	Variasi 1+2 (1 jam <i>Bentonite</i> + Kitosan + Asam Asetat + 2 jam sodium <i>tripolyphosphate solution</i>)	38
4.3.2.3	Variasi 1+3 (1 jam <i>Bentonite</i> + Kitosan + Asam Asetat + 3 jam sodium <i>tripolyphosphate solution</i>)	38
4.3.2.4	Variasi 1+4 (1 jam <i>Bentonite</i> + Kitosan + Asam Asetat + 4 jam sodium <i>tripolyphosphate solution</i>)	39
4.3.2.5	Variasi 2+1 (2 jam <i>Bentonite</i> + Kitosan + Asam Asetat + 1 jam sodium <i>tripolyphosphate solution</i>)	40
4.3.2.6	Variasi 2+2 (2 jam <i>Bentonite</i> + Kitosan + Asam Asetat + 2 jam sodium <i>tripolyphosphate solution</i>)	40
4.3.2.7	Variasi 2+3 (2 jam <i>Bentonite</i> + Kitosan + Asam Asetat + 3 jam sodium <i>tripolyphosphate solution</i>)	41
4.3.2.8	Variasi 2+4 (2 jam <i>Bentonite</i> + Kitosan + Asam Asetat + 4 jam sodium <i>tripolyphosphate solution</i>)	42
4.3.3.1	Regangan dan Tegangan tiap Variasi Waktu Pencampuran	42
4.3.3.2	Modulus <i>Young</i>	45
4.3.3.3	Pola Retak	47
4.3.4	Implikasi terhadap Kestabilan dan Keefektifan Material dalam Aplikasi Teknik.....	49

4.4	Diskusi Hasil	51
4.4.1	Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya.....	51
BAB V.....		53
PENUTUP		53
5.1	Hasil.....	53
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		54
LAMPIRAN-A		60
LAMPIRAN-B		64
LAMPIRAN-C		66
LAMPIRAN-D		93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Kitosan.....	8
Gambar 2. 2 Sketsa Struktur <i>Montmorillonite</i>	9
Gambar 2. 3 Diagram Batas-batas Konsistensi (<i>Atterberg Limits</i>)	11
Gambar 2. 4 Diagram Plastisitas (<i>Plasticity Chart</i>)	11
Gambar 2. 5 Skema Uji Kuat Tekan Bebas	13
Gambar 2. 6 Alat Uji Kuat Tekan Bebas	14
Gambar 3. 1 Bagan Alir (<i>Flowchart</i>) Penelitian	16
Gambar 3. 2 Contoh Data Hasil Dari Pengujian FTIR	20
Gambar 3. 3 Contoh Pengujian Sampel Uji SEM	20
Gambar 3. 4 Contoh Data Hasil Pengujian XRD	21s
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Uji XRF <i>Bentonite</i>	27
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Uji XRD Spectra <i>Bentonite</i>	28
Gambar 4. 3 Kitosan	29
Gambar 4. 4 Kitosan Ketika dilarutkan dengan Asam Asetat.....	29
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Uji FTIR Kitosan	30
Gambar 4. 6 Grafik <i>Liquid Limit</i>	33
Gambar 4. 7 Grafik <i>Plastic Limit</i>	33
Gambar 4. 8 Grafik <i>Plasticity Index</i>	33
Gambar 4. 9 Grafik Hasil Uji FTIR Campuran <i>Bentonite</i> -Kitosan	34
Gambar 4. 10 Hasil SEM-EDX Variasi 1+1 (a), 1+4 (b), 2+1 (c), 2+4 (d) Perbesaran 20.000x.....	35
Gambar 4. 11 Grafik UCT <i>Bentonite</i> 100%	37
Gambar 4. 12 Grafik UCT (Variasi 1+1).....	38
Gambar 4. 13 Grafik UCT Variasi (1+2).....	38

Gambar 4. 14 Grafik UCT Variasi (1+3).....	39
Gambar 4. 15 Grafik UCT Variasi (1+4).....	39
Gambar 4. 16 Grafik UCT Variasi (2+1).....	40
Gambar 4. 17 Grafik UCT Variasi (2+2).....	41
Gambar 4. 18 Grafik UCT Variasi (2+3).....	41
Gambar 4. 19 Grafik UCT Variasi (2+4).....	42
Gambar 4. 20 Grafik Hubungan Tegangan tiap Variasi	43
Gambar 4. 21 Grafik Standar Deviasi.....	44
Gambar 4. 22 Grafik Modulus Elastisitas	46
Gambar 4. 23 Pola Retak <i>Bentonite</i> 100%.....	47
Gambar 4. 24 Pola retak Sampel 1+1 (a), 1+2 (b), 1+3 (c) dan 1+4 (d) pada pengujian kuat tekan bebas	48
Gambar 4. 25 Pola retak Sampel 2+1 (e), 2+2 (f), 2+3 (g) dan 2+4 (h) pada pengujian kuat tekan bebas	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hubungan kuat tekan bebas (q_u) tanah lempung dengan konsistensinya	13
Tabel 3. 1 Sifat <i>bentonite</i> yang digunakan pada penelitian ini	17
Tabel 3. 2 Variasi Waktu Pencampuran.....	18
Tabel 4. 1 Sifat <i>bentonite</i>	26
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Atterberg Limit	31
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian UCT Variasi <i>Bentonite</i> 100%	37
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian UCT Variasi (1+1)	38
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian UCT Variasi (1+2)	38
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian UCT Variasi (1+3)	39
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian UCT Variasi (1+4)	39
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian UCT Variasi (2+1)	40
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian UCT Variasi (2+2)	41
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian UCT Variasi (2+3)	41
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian UCT Variasi (2+4)	42
Tabel 4. 12 Nilai Regangan dan Tegangan tiap Variasi	42
Tabel 4. 13 Modulus Elastisitas.....	45