

## **TUGAS AKHIR**

### **PENGARUH WAKTU PEMERAMAN TERHADAP UJI KUAT TEKAN CAMPURAN *BENTONITE* KITOSAN YANG DI PADATKAN**

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

Oleh:

**ABDUL HADI ALISYAH PUTRA**

**NIM. 2110811310036**

Dosen Pembimbing:

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

**NIP. 19750719 200003 1 001**



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

**2026**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL**

**PENGARUH WAKTU PEMERAMAN TERHADAP UJI KUAT TEKAN**  
**CAMPURAN BENTONITE KITOSAN YANG DI PADATKAN**

Oleh  
**Abdul Hadi Alisyah Putra (2110811310036)**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 3 Juli 2026 dan dinyatakan  
**LULUS**

**Komite Penguji:**

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

**Anggota 1 : Ir. Adriani, M.T.**  
NIP. 19620115 199103 1 002

**Anggota 2 : Ir. Markawie, M.T.**  
NIP. 19631016 199201 1 001

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

Banjarbaru, **16 JUL 2026**  
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 Arsyad, S.T., M.T.**  
NIP. 19720826 199802 1 001

## **PENGARUH WAKTU PEMERAMAN TERHADAP UJI KUAT TEKAN CAMPURAN BENTONITE KITOSAN YANG DI PADATKAN**

**Abdul Hadi Alisyah Putra, Prof. Dr.-Ing. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T.**  
*Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat*  
*Jalan Jenderal A. Yani Km. 36 Banjarbaru*  
*Telp. (0511) 47738568-4781730 Fax. (0511) 4781730*  
*Email: [hadiidabdul921@gmail.com](mailto:hadiidabdul921@gmail.com), [y.arifin@ulm.ac.id](mailto:y.arifin@ulm.ac.id)*

### **ABSTRAK**

Tanah lempung sering memiliki kelemahan dalam hal daya dukung dan kestabilan, terutama ketika mengalami perubahan kadar air yang menyebabkan volumenya mengembang atau menyusut secara signifikan. Salah satu metode stabilisasi yang mulai banyak diteliti adalah pencampuran bentonite dan kitosan, di mana bentonite memiliki kapasitas penyerapan air tinggi dan kemampuan membentuk struktur kohesif, sedangkan kitosan berperan sebagai pengikat alami yang ramah lingkungan dan biodegradable. Dalam proses stabilisasi tersebut, waktu pemeraman memegang peran penting karena selama periode ini berlangsung proses hidrasi, penguatan struktur mikroskopis, serta interaksi ionik antara bentonite, kitosan, dan partikel tanah yang memengaruhi peningkatan kuat tekan tanah.

Metodologi dalam penelitian ini dimulai dari persiapan sampel campuran bentonite tipe kalsium dan kitosan dari limbah kulit udang dengan komposisi 2% kitosan dan 98% bentonite, yang kemudian diperam selama variasi waktu 1, 7, 14, 28, dan 60 hari pada kadar air 10% dan kepadatan 1,6 gr/cm<sup>3</sup>. Pengujian sifat fisik dan kimia bahan dilakukan menggunakan XRF, XRD, dan FTIR, sedangkan analisis mikroskopik menggunakan SEM-EDX. Pengujian sifat mekanis dilakukan melalui Unconfined Compression Test (UCT) yang mengacu pada standar ASTM D 2166.

Hasil yang diperoleh dari analisis pengujian menunjukkan bahwa waktu pemeraman berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kuat tekan bebas ( $q_u$ ) dan kuat geser tak terdrainasi ( $C_u$ ) campuran bentonite-kitosan. Nilai  $q_u$  meningkat dari 1,302 kg/cm<sup>2</sup> pada pemeraman 1 hari menjadi 3,009 kg/cm<sup>2</sup> pada pemeraman 60 hari, sedangkan nilai  $C_u$  meningkat dari 0,651 kg/cm<sup>2</sup> menjadi 1,505 kg/cm<sup>2</sup>, dan modulus elastisitas ( $E$ ) meningkat dari 4,30 kg/cm<sup>2</sup> menjadi 10,03 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil analisis SEM-EDX menunjukkan struktur mikro yang semakin padat dan homogen seiring bertambahnya waktu pemeraman, dengan terbentuknya struktur bridging antarpartikel pada pemeraman 28 hari. Kondisi terbesar diperoleh pada pemeraman 60 hari, sehingga campuran bentonite-kitosan ini berpotensi dimanfaatkan sebagai material stabilisasi tanah dan clay liner pada berbagai aplikasi geoteknik.

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

## KATA PENGANTAR

Segala puji serta syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang memberikan saya ilmu, kekuatan dan kemudahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW serta keluarga, sahabat dan pengikut-pengikut hingga akhir zaman.

Tugas akhir berjudul **“PENGARUH WAKTU PEMERAMAN TERHADAP UJI KUAT TEKAN CAMPURAN *BENTONITE* KITOSAN YANG DIPADATKAN”** ini dibuat untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Tentunya dalam proses penyelesaian tugas akhir ini tidak akan lepas dari bantuan segenap pihak, untuk itu berbagai ucapan terimakasih ingin saya hadiahkan kepada:

1. Kedua Orang Tua dan adik saya serta semua keluarga yang selalu mendoakan, memberikan perhatian dan nasehat, memantau perkembangan, serta memberikan dukungan moral dan material yang tak terhingga.
2. Bapak Prof. Dr-Ing. Yulian Firmana Arifin,S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing yang sangat bijaksana serta sabar dalam memberikan bimbingan serta arahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Markawie, MT selaku Kepala Laboratorium Mekanika Tanah FT ULM yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dan pengalaman yang tidak bisa ternilai harganya selama saya masih aktif menjadi instruktur.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Rusdiansyah,S.T., M.T., Bapak Ir. Markawie, MT, dan Bapak Ir. Adriani, MT,., selaku dewan penguji yang telah memberikan saran untuk perbaikan tugas akhir ini.
5. Segenap dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, khususnya staf pengajar di lingkungan Program Studi S-1 Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.

6. Bapak Sutrisno selaku Teknisi Laboratorium Mekanika Tanah FT ULM dan keluargaku di lab Bang M. Adam Nur Andhiska, Andrean Wahyu Haryono, Nakia Az- Zahra, R.Nanda Sujatmiko Pratama, dan Yogi Prasetya yang selalu memberikan dukungan, perhatian, tempat berbagi cerita satu sama lain selama masa-masa magang hingga sekarang, selalu kebersamai dalam suka maupun duka.
7. Kaka senior Bang Salimi, Ka Ani, Bang Doyo, Bang iki, dan Bang Avif yang selalu menjadi pendengar dan pemberi nasehat untuk semua cerita dan pertanyaan selama masa-masa magang di lab sampai sekarang.
8. Ading Adel, Anton, Iman, Jere, dan Nopal selaku instruktur Lab Mektan Angkatan 23 yang selalu membantu dalam hal apapun.
9. Teman – teman sma saya, jaya, kahpi, lukman, ricky, patan, rio, ryan yang masih mensupport dari jauh.
10. Semua pihak yang pernah membantu walau sekecil apapun yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.
11. Terimakasih khusus diri saya sendiri karena dapat melewati semua tantangan dan rintangan selama mengerjakan Tugas Akhir.

Akhir kata saya menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan. Namun saya tetap berharap Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan dan bagi kita semua, baik masa sekarang maupun dimasa-masa yang akan datang. Aamiin.

Banjarbaru, 3 Juli 2026

Penulis

Abdul Hadi Alisyah Putra

## DAFTAR ISI

|                                                                                        |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                                                         | <b>ii</b>  |
| <b>ABSTRAK.....</b>                                                                    | <b>iii</b> |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                                                            | <b>iv</b>  |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                                                | <b>vi</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                                              | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL.....</b>                                                               | <b>x</b>   |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                                                         | <b>1</b>   |
| 1.1. Latar Belakang.....                                                               | 1          |
| 1.2. Rumusan Masalah.....                                                              | 3          |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....                                                            | 3          |
| 1.4. Batasan Masalah .....                                                             | 3          |
| 1.5. Manfaat Penelitian .....                                                          | 3          |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                                                    | <b>4</b>   |
| 2.1 Clay Liner .....                                                                   | 4          |
| 2.2 <i>Bentonite</i> .....                                                             | 6          |
| 2.3 Kitosan .....                                                                      | 7          |
| 2.4 Campuran <i>Bentonite</i> - Kitosan .....                                          | 9          |
| 2.5 Sifat Mekanis Tanah .....                                                          | 10         |
| 2.5.1 Uji Kuat Tekan Bebas ( <i>Unconfined Compression Test</i> ).....                 | 10         |
| 2.6 Pengaruh Waktu Terhadap Perilaku <i>Bentonite</i> /Lempung yang<br>Dipadatkan..... | 13         |
| 2.7 Penelitian Mengenai Bahan Campuran <i>Bentonite</i> -Kitosan.....                  | 15         |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                                                 | <b>16</b>  |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian .....                                                      | 16         |

|                                            |                                                                                                                             |           |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2                                        | Studi Literatur.....                                                                                                        | 17        |
| 3.3                                        | Material yang Digunakan.....                                                                                                | 17        |
| 3.3.1                                      | <i>Bentonite</i> .....                                                                                                      | 17        |
| 3.3.2                                      | Kitosan.....                                                                                                                | 18        |
| 3.4                                        | Benda Uji .....                                                                                                             | 18        |
| 3.4.1                                      | Persiapan Benda Uji .....                                                                                                   | 18        |
| 3.4.2                                      | Pembuatan Benda Uji .....                                                                                                   | 18        |
| 3.5                                        | Pengujian Sifat Mekanis Tanah .....                                                                                         | 19        |
| 3.5.1                                      | Pengujian Kuat Tekan Bebas.....                                                                                             | 19        |
| 3.6                                        | Pengujian Kimia dan Mikroskopis Sampel.....                                                                                 | 20        |
| 3.7                                        | Analisis Data .....                                                                                                         | 23        |
| <b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....</b> |                                                                                                                             | <b>24</b> |
| 4.1                                        | Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Bahan .....                                                                             | 24        |
| 4.1.1                                      | Sifat Fisik <i>Bentonite</i> .....                                                                                          | 24        |
| 4.1.2                                      | Sifat Kimia <i>Bentonite</i> .....                                                                                          | 24        |
| 4.1.3                                      | Sifat Fisik Kitosan.....                                                                                                    | 26        |
| 4.1.4                                      | Sifat Kimia Kitosan.....                                                                                                    | 27        |
| 4.2                                        | Pengaruh Waktu Campuran terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Mikroskopik .....                                                  | 28        |
| 4.2.1                                      | Sifat Kimia Campuran <i>Bentonite</i> .....                                                                                 | 28        |
| 4.2.2                                      | Analisis Mikroskopik Campuran <i>Bentonite</i> -Kitosan.....                                                                | 30        |
| 4.3                                        | Analisis Pengaruh Campuran <i>Bentonite</i> -Kitosan terhadap Nilai <i>Unconfined Compression Strength Test</i> (UCT) ..... | 33        |
| 4.3.1                                      | Pengaruh Pemeraman <i>Bentonite</i> -Kitosan .....                                                                          | 33        |
| 4.3.1.1                                    | Variasi Pemeraman 1 Hari.....                                                                                               | 34        |
| 4.3.1.2                                    | Variasi Pemeraman 7 Hari.....                                                                                               | 35        |

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.3.1.3 Variasi Pemeraman 14 Hari .....                            | 36        |
| 4.3.1.4 Variasi Pemeraman 28 Hari .....                            | 37        |
| 4.3.1.5 Variasi Pemeraman 60 Hari .....                            | 38        |
| 4.3.2.1 Regangan dan Tegangan tiap Variasi Waktu Pencampuran ..... | 39        |
| 4.3.2.2 Modulus Young.....                                         | 42        |
| 4.4 Diskusi Hasil .....                                            | 45        |
| 4.4.1 Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya.....               | 45        |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>                                          | <b>47</b> |
| 5.1 Hasil Penelitian.....                                          | 47        |
| 5.2 Saran Penelitian .....                                         | 48        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                        | <b>49</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                                              | <b>52</b> |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Struktur Kitosan.....                                          | 8  |
| Gambar 2. 3 Sketsa Struktur <i>Montmorillonite</i> .....                   | 9  |
| Gambar 2. 4 Skema Uji Kuat Tekan Bebas.....                                | 11 |
| Gambar 2. 5 Alat Uji Kuat Tekan Bebas.....                                 | 13 |
| Gambar 3. 1 Bagan Alir ( <i>Flowchart</i> ) Penelitian.....                | 16 |
| Gambar 4. 1 Grafik Hasil Uji XRF <i>Bentonite</i> .....                    | 25 |
| Gambar 4. 2 Grafik Hasil Uji XRD <i>Bentonite</i> .....                    | 26 |
| Gambar 4. 3 Kitosan .....                                                  | 27 |
| Gambar 4. 4 Grafik Hasil Uji XRD Kitosan.....                              | 27 |
| Gambar 4. 5 Grafik Hasil Uji FTIR Campuran <i>Bentonite</i> -Kitosan ..... | 30 |
| Gambar 4. 6 Hasil SEM-EDX Pengeraman 1 Hari Perbesaran 5.000x .....        | 30 |
| Gambar 4. 7 Hasil SEM-EDX Pengeraman 7 Hari Perbesaran 5.000x .....        | 31 |
| Gambar 4. 8 Hasil SEM-EDX Pengeraman 14 Hari Perbesaran 5.000x .....       | 31 |
| Gambar 4. 9 Hasil SEM-EDX Pemeraman 28 Hari Perbesaran 5.000x .....        | 31 |
| Gambar 4. 10 Hasil SEM-EDX Pemeraman 60 Hari Perbesaran 5.000x .....       | 32 |
| Gambar 4. 11 Grafik UCT Variasi Pemeraman 1 Hari .....                     | 34 |
| Gambar 4. 12 Grafik UCT Variasi Pemeraman 7 Hari .....                     | 35 |
| Gambar 4. 13 Grafik UCT Variasi Pemeraman 14 Hari .....                    | 36 |
| Gambar 4. 14 Grafik UCT Variasi Pemeraman 28 Hari .....                    | 37 |
| Gambar 4. 15 Grafik UCT Variasi Pemeraman 60 Hari .....                    | 38 |
| Gambar 4. 16 Grafik Hubungan Tegangan tiap Variasi.....                    | 39 |
| Gambar 4. 17 Grafik Standar Deviasi .....                                  | 41 |
| Gambar 4. 18 Grafik Modulus Elastisitas .....                              | 43 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 Hubungan kuat tekan bebas ( $q_u$ ) tanah lempung dengan konsistensinya ..... | 12 |
| Tabel 3. 1 Sifat <i>bentonite</i> yang digunakan pada penelitian ini.....                | 17 |
| Tabel 3. 2 Pengujian Mikroskopis .....                                                   | 23 |
| Tabel 4. 1 Sifat <i>bentonite</i> .....                                                  | 24 |
| Tabel 4. 2 Hasil Pengujian UCT Variasi Pemeraman 1 Hari .....                            | 34 |
| Tabel 4. 3 Hasil Pengujian UCT Pemeraman 7 Hari .....                                    | 35 |
| Tabel 4. 4 Hasil Pengujian UCT Pemeraman 14 Hari .....                                   | 36 |
| Tabel 4. 5 Hasil Pengujian UCT Pemeraman 28 Hari .....                                   | 37 |
| Tabel 4. 6 Hasil Pengujian UCT Pemeraman 60 Hari .....                                   | 38 |
| Tabel 4. 7 Nilai Regangan dan Tegangan tiap Variasi.....                                 | 39 |
| Tabel 4. 8 Modulus Elastisitas .....                                                     | 43 |