



**KARAKTERISASI SIFAT FISIK DAN MEKANIK GEOPOLIMER  
BERPENGUAT SERAT BEMBAN (*DONAX CANNIFORMIS*) DAN  
METAKAOLIN SERTA POTENSI SEBAGAI MATERIAL PERKERASAN  
KAKU (*RIGID PAVEMENT*)**

**SKRIPSI**

**Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam  
Menyelesaikan Strata -1 Fisika**

**Oleh :  
NUR HAZIZAH  
1911014120001**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU**

**JUNI 2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**KARAKTERISASI SIFAT FISIK DAN MEKANIK GEOPOLIMER  
BERPENGUAT SERAT BEMBAN (*DONAX CANNIFORMIS*) DAN  
METAKAOLIN SERTA POTENSI SEBAGAI MATERIAL PERKERASAN  
KAKU (*RIGID PAVEMENT*)**

Oleh :  
**Nur Hazizah**  
1911014120001

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal :  
Susunan Dosen Penguji, Dosen Penguji :  
Pembimbing I

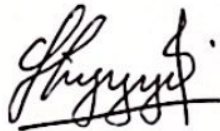
1. Dr. Eka Suarso, S.Si., M.Si.

2. Dr. Totok Wianto, S.Si., M.Si.



Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti M.S.  
NIP. 19621206 198601 2 001

Pembimbing II



Dr. Suryajaya, S.Si., M.Sc Tech.  
NIP. 19730920 199803 1 009



Mengetahui,

Koordinator Program Studi Fisika



Andreas Ridwan, S.Si., M.Kom.

NIP. 19740707 200212 1 003

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**KARAKTERISASI SIFAT FISIK DAN MEKANIK GEOPOLIMER  
BERPENGUAT SERAT BEMBAN (*DONAX CANNIFORMIS*) DAN  
METAKAOLIN SERTA POTENSI SEBAGAI MATERIAL PERKERASAN  
KAKU (*RIGID PAVEMENT*)**

Oleh :  
**Nur Hazizah**  
**NIM. 1911014120001**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk disajikan dalam Seminar Hasil  
Penelitian TA Skripsi

Pembimbing I



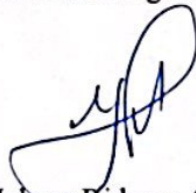
Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti M.S.  
NIP. 19621206 198601 2 001

Pembimbing II



Dr. Suryajaya, S.Si., M.Sc Tech.  
NIP. 19730920 199803 1 009

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi Fisika



Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M.Kom.  
NIP. 19740707 200212 1 003

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru,

2023



Nur Hazizah

NIM. 1911014120001

## ABSTRAK

### **KARAKTERISASI SIFAT FISIK DAN MEKANIK GEOPOLIMER BERPENGUAT SERAT BEMBAN (*DONAX CANNIFORMIS*) DAN METAKAOLIN SERTA POTENSI SEBAGAI MATERIAL PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*)**

(Oleh : Nur Hazizah; Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti M.S.; Dr. Suryajaya, S.Si., M.Sc Tech.; 2023; 102 halaman)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakterisasi geopolimer berdasarkan sifat fisik dan mekanik serta mengetahui komposisi optimum dan pengaruh dari penambahan serat bemban dan metakaolin. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan uji serat bemban, agregat halus (pasir silika), *fly ash* dan kaolin yang telah dikalsinasi menjadi metakolin, kemudian ditentukan *mix design* antara campuran geopolimer. Penambahan serat bemban untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik pada geopolimer. Pembuatan geopolimer digunakan metode paling sederhana dan mudah dikerjakan yaitu Metode Penggabungan Langsung (*direct incorporation*) dengan variasi komposisi metakaolin dan *fly ash* sebesar 100%:0%; 70%:30%; 50%:50%; 30%:70%; dan 0%:100% dengan variasi persentase penambahan serat bemban dari 0% sampai 2%. Dengan menggunakan proses curing dengan oven selama 24 jam pada suhu 60°C lalu diletakkan di suhu ruangan selama 28 hari sebelum dilakukan pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakterisasi berpenguat serat bemban dan metakaolin dapat memperbaiki sifat fisik yang terjadi pengurangan pada nilai daya serap air dan peningkatan nilai densitas dengan penambahan persentase serat bemban. Pada sifat mekanik untuk nilai MoR dan MoE pada geopolimer meningkat dengan melihat hasil uji FTIR geopolimer pada bilangan gelombang 997  $\text{cm}^{-1}$  adanya ikatan vibrasi ulur asimetri Si-O-Si dari reaksi geopolimerisasi. Didapatkan komposisi optimum geopolimer didapatkan pada komposisi 70%:30% dengan penambahan serat bemban 1,5% berdasarkan sifat fisik didapatkan nilai daya serap air sebesar 0,71%, densitas sebesar 2,36  $\text{g/cm}^3$  dan sifat mekanik didapatkan nilai MoR sebesar 8,06 Mpa dan nilai MoE sebesar 2107,73 Mpa. Serta terdapat pengaruh mposisi penambahan serat bemban dan metakolin dapat meningkatkan kualitas geopolimer terhadap nilai daya serap air, densitas, MoR dan MoE.

**Kata Kunci :** Geopolimer, Serat Bemban, Metakaolin, *Fly Ash*

## ABSTRACT

### CHARACTERIZATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BEMBAN FIBER (*DONAX CANNIFORMIS*) AND METAKAOLIN-REINFORCED GEOPOLYMER AND ITS POTENTIAL AS A RIGID PAVEMENT MATERIAL

(By : Nur Hazizah; Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti M.S.; Dr. Suryajaya, S.Si., M.Sc Tech.; 2023; 102 pages)

*This research aims to analyze the characterization of geopolymers based on physical and mechanical properties and to know the optimum composition and the effect of the addition of bemban fiber and metakaolin. This research was conducted by testing bemban fiber, fine aggregate (silica sand), fly ash and kaolin that has been calcined into methacholine, then determining the mix design between geopolymer mixtures. The addition of bemban fibers to improve the physical and mechanical properties of the geopolymer. The manufacture of geopolymers a composition variation of metakaolin and fly ash of 100%: 0%; 70%: 30%; 50%: 50%; 30%: 70%; and 0%: 100% with a variation in the percentage of bemban fiber addition from 0% to 2%. By using the curing process with an oven for 24 hours at 60°C and then placed at room temperature for 28 days before testing. The results showed that the characterization of reinforced bemban fiber and metakaolin can improve the physical properties that occur a reduction in the value of water absorption and an increase in density value with the addition of the percentage of bemban fiber. In mechanical properties for MoR and MoE values in geopolymers increased by looking at the results of the FTIR test of geopolymers at wave number 997 cm<sup>-1</sup> there is an asymmetric Si-O-Si stretching vibration bond from the geopolymerization reaction. The optimum composition of geopolymer was obtained at 70%: 30% composition with the addition of 1.5% bemban fiber based on physical properties obtained water absorption value of 0.71%, density of 2.36 g/cm<sup>3</sup> and mechanical properties obtained MoR value of 8.06 Mpa and MOE value of 2107.73 Mpa. And there is an effect of the position of the addition of bemban fiber and methacholine can improve the quality of geopolymers on the value of water absorption, density, MoR and MoE.*

**Keywords:** Geopolymer, Bemban Fiber, Metakaolin, Fly Ash

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat dan Karunia-Nya serta Sholawat dan salam untuk Nabi Muhammad SAW sehingga penulisan laporan skripsi yang berjudul “**Karakterisasi Sifat Fisik Dan Mekanik Geopolimer Berpenguat Serat Berman (Donax Canniformis) Dan Metakaolin Serta Potensi Sebagai Material Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)**” ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan laporan skripsi merupakan persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana (S1) Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.

Dalam melaksanakan dan menyelesaikan laporan skripsi ini penulis telah banyak mendapatkan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Drs. Abdul Gafur, M.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.
2. Bapak Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M. Kom. selaku Koordinator Program Studi Fisika Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.
3. Ibu Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti, M.S. dan Bapak Dr. Suryajaya, S.Si., M.Sc. Tech selaku dosen pembimbing dalam skripsi yang telah meluangkan waktu dengan sabar, tulus dalam memberikan arahan, bimbingan dan nasihat hingga akhirnya dapat menyelesaikan laporan Skripsi ini.
4. Bapak Dr. Totok Wianto, S.Si., M.Si., dan Bapak Dr. Eka Suarso, S. Si., M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang sifatnya membangun, sehingga penelitian ini menjadi lebih baik.
5. Seluruh dosen FMIPA ULM, khususnya dosen Fisika yang telah banyak memberikan ilmu dan pengalamannya.
6. Bapak Marjuni, S.Si., selaku teknisi laboratorium fisika yang telah banyak membantu penulis selama melakukan penelitian.
7. Ayah, Ibu dan keluarga penulis yang selalu memberikan do'a dan semangat kepada penulis.

8. Akhmad Rifaldi yang terus memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi.
9. Semua pihak yang terus memberikan dukungan selama melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi meskipun tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari tanpa bantuan dari berbagai pihak di atas, tidaklah mudah penulis meraih keberhasilan dan menyelesaikan laporan Skripsi dengan sebaik-baiknya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak. Akhir kata, semoga laporan skripsi ini memberikan manfaat bagi kita semua, terutama bagi saya sendiri.

Banjarbaru, 2023

Nur Hazizah



## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| <b>SKRIPSI</b> .....  | i    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....  | ii   |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....  | iii  |
| <b>PERNYATAAN</b> .....   | iv   |
| <b>ABSTRAK</b> .....  | v    |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | vi   |
| <b>PRAKATA</b> .....  | vii  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....   | ix   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....   | xi   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....  | xii  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....  | xiii |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....  | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....  | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....   | 4    |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....  | 4    |
| 1.4 Batasan Masalah.....  | 4    |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....  | 5    |
| 2.1 Bemban ( <i>Donax Canniformis</i> ) .....   | 5    |
| 2.2 Geopolimer.....   | 6    |
| 2.3 Kaolin .....  | 7    |
| 2.4 <i>Fly Ash</i> .....  | 8    |
| 2.5 Perkerasan Kaku ( <i>Rigid Pavement</i> ).....                                      | 9    |
| 2.6 Larutan Alkali .....  | 10   |
| 2.7 Perawatan Benda Uji ( <i>Curing</i> ).....  | 13   |
| 2.8 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR).....                          | 14   |
| 2.9 <i>Differential Thermal Analysis and Thermogravimetry Analysis</i> (DTA & TGA)..... | 15   |
| 2.10 <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) .....  | 17   |
| 2.11 <i>Differential Scanning Calorimetry</i> (DSC) .....                               | 18   |

|   |    |
|---|----|
| 2.12 <i>Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX)</i> .. | 19 |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....  | 21 |
| 3.1 Waktu dan Tempat .....  | 21 |
| 3.2 Alat dan Bahan .....  | 21 |
| 3.2.1. Alat.....  | 21 |
| 3.2.2. Bahan .....  | 22 |
| 3.3 Tahapan Penelitian .....  | 23 |
| 3.4 Rancangan Penelitian .....  | 24 |
| 3.5 Prosedur Kerja.....   | 25 |
| 3.5.1. Preparasi Bahan .....  | 25 |
| 3.5.2. Pembuatan Geopolimer.....  | 27 |
| 3.5.3. Pengujian.....   | 32 |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....                                      | 37 |
| 4.1. Uji Pendahuluan Agregat Halus .....                                      | 37 |
| 4.2. Uji Pendahuluan <i>Fly Ash</i> .....                                     | 39 |
| 4.3. Uji Pendahuluan Kaolin .....   | 44 |
| 4.4. Uji Geopolimer.....  | 50 |
| <b>BAB V PENUTUP</b> .....  | 65 |
| 5.1. Kesimpulan.....  | 65 |
| 5.2. Saran.....   | 65 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....   | 66 |
| <b>LAMPIRAN</b> .....   | 78 |

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 1. Komposisi Kimia Kaolin .....                                   | 7  |
| Tabel 2. Abu Layang ( <i>Fly Ash</i> ) PLTU Asam-asam.....              | 9  |
| Tabel 3. Klasifikasi Jenis <i>Fly Ash</i> .....                         | 9  |
| Tabel 4. Nomenklatur Benda Uji Geopolimer .....                         | 27 |
| Tabel 5. Mix Desain Geopolimer.....                                     | 30 |
| Tabel 6. Komposisi Campuran Benda Uji Geopolimer .....                  | 31 |
| Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Pasir Silika .....                           | 37 |
| Tabel 8. Komposisi Unsur Pasir Silika .....                             | 39 |
| Tabel 9. Uji Pendahuluan <i>Fly Ash</i> .....                           | 39 |
| Tabel 10. Kandungan Senyawa <i>Fly Ash</i> .....                        | 40 |
| Tabel 11. Komposisi Unsur <i>Fly Ash</i> .....                          | 42 |
| Tabel 12. Gugus Fungsi <i>Fly Ash</i> .....                             | 43 |
| Tabel 13. Nilai Kadar Air, Densitas Dan Porositas Pada Metakaolin ..... | 44 |
| Tabel 14. Gugus Fungsi Kaolin Dan Metakaolin.....                       | 47 |
| Tabel 15. Kandungan Kaolin .....  | 49 |
| Tabel 16. Gugus Fungsi Geopolimer .....                                 | 57 |
| Tabel 17. Komposisi Unsur Geopolimer .....                              | 58 |
| Tabel 18. Hasil Uji Statistik Geopolimer .....                          | 59 |
| Tabel 19. Hasil Uji Normalitas .....                                    | 59 |
| Tabel 20. Hasil Uji Homogenesis .....                                   | 60 |
| Tabel 21. Uji Lanjutan Dari Analisis Varian .....                       | 63 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 1. Tumbuhan Bemban ( <i>Donax Canniformis</i> ).....        | 5  |
| Gambar 2. Struktur Kaolin .....                                    | 7  |
| Gambar 3. Natrium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ).....       | 12 |
| Gambar 4. Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ).....                | 12 |
| Gambar 5. Komponen Utama Spektrometer FTIR .....                   | 15 |
| Gambar 6. Mekanisme Kerja FTIR .....                               | 15 |
| Gambar 7. Kurva Karakteristik DTA .....                            | 16 |
| Gambar 8. Prinsip Kerja DSC.....                                   | 18 |
| Gambar 9. Skema SEM-EDX .....                                      | 20 |
| Gambar 10. Tahapan Penelitian .....                                | 24 |
| Gambar 11. Morfologi Pasir Silika .....                            | 38 |
| Gambar 12. Morfologi <i>Fly Ash</i> .....                          | 42 |
| Gambar 13. Spektra FTIR <i>Fly Ash</i> .....                       | 43 |
| Gambar 14. Kurva Termal Kaolin .....                               | 46 |
| Gambar 15. Spektra FTIR Kaolin Dan Metakaolin .....                | 47 |
| Gambar 16. Grafik Nilai Daya Serap Air Geopolimer .....            | 51 |
| Gambar 17. Grafik Nilai Densitas Geopolimer.....                   | 52 |
| Gambar 18. Nilai MoE Geopolimer.....                               | 53 |
| Gambar 19. Nilai MoR Geopolimer.....                               | 54 |
| Gambar 20. Grafik <i>Stress-Strain</i> MoE Dan MoR Geopolimer..... | 56 |
| Gambar 21. Spektra FTIR Geopolimer .....                           | 56 |
| Gambar 22. Morfologi Geopolimer .....                              | 58 |
| Gambar 23. Hasil Analisis ANOVA Pada Daya Serap Air .....          | 61 |
| Gambar 24. Hasil Analisis ANOVA Pada Densitas .....                | 61 |
| Gambar 25. Hasil Analisis ANOVA Pada MoR.....                      | 62 |
| Gambar 26. Hasil Analisis ANOVA Pada MoE .....                     | 62 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| Lampiran 1. Data dan Perhitungan.....   | 78 |
| Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian..... | 86 |
| Lampiran 3. Riwayat Hidup Penulis ..... | 89 |