



**KARAKTERISASI GEOPOLIMER BERBASIS METAKAOLIN *HYBRID*
SERAT BEMBAN (*DONAX CANNIFORMIS*) SERTA POTENSINYA
SEBAGAI MATERIAL PERKERASAN KA KU (*RIGID PAVEMENT*)**

SKRIPSI

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

**Oleh:
YOGA SAPUTRA
1911014110011**

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

JUNI 2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**KARAKTERISASI GEOPOLIMER BERBASIS METAKAOLIN *HYBRID*
SERAT BEMBAN (*DONAX CANNIFORMIS*) SERTA POTENSINYA
SEBAGAI MATERIAL PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*)**


Oleh :
Yoga Saputra
NIM. 1911014110011

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal :

Pembimbing I

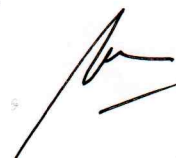
Susunan Dosen Penguji,
Dosen Penguji :

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


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

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

Pembimbing II


Dr. Tetti Novalina Manik, S.Si., M.T.
NIP. 19741227 200112 2 003

Banjarbaru, 2023
Koordinator Program Studi Fisika



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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**KARAKTERISASI GEOPOLIMER BERBASIS KAOLIN *HYBRID* SERAT
BEMBAN (*DONAX CANNIFORMIS*) SEBAGAI MATERIAL
PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*)**

Oleh :
Yoga Saputra
NIM. 1911014110011

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

Pembimbing I



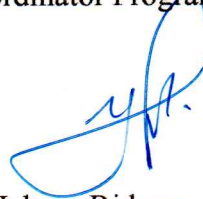
Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti, M.S
NIP. 19621206 198601 2 001

Pembimbing II



Dr. Tetti Novalina Manik, S.Si., M.T
NIP. 19741227 200112 2 003

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Fisika



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

PERSEMBAHAN

Penulis persembahkan karya sederhana ini untuk:

***Kedua Orangtua** tercinta dan tersayang Bapak H. Dinel dan Ibu Hj. Waty yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil serta do'a yang tiada henti untuk kesuksesan penulis, dan kepada **Keluarga Besar** yang selalu memberikan dukungan, semangat, serta mendo'akan agar selalu diberikan kelancaran dalam menjalani dunia perkuliahan.*

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, Juni 2023



Yoga Saputra

NIM. 1911014110011

ABSTRAK

KARAKTERISASI GEOPOLIMER BERBASIS METAKAOLIN *HYBRID* SERAT BEMBAN (*DONAX CANNIFORMIS*) SERTA POTENSINYA SEBAGAI MATERIAL PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) (Oleh : Yoga Saputra; Pembimbing: Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti, M.S.; Dr. Tetti Novalina Manik, S.Si., M.T., 2023; 109 halaman).

Pemanfaatan sumber daya alam terus meningkat dalam upaya pengembangan material berkelanjutan yang ramah lingkungan, diantaranya penggunaan serat bemban dan mineral alam kaolin dalam produksi geopolimer. Serat bemban bersifat hidrofilik sehingga perlu perlakuan alkalisasi dengan NaOH 3% selama 2 jam untuk meningkatkan daya ikat antar ikatan permukaan dengan bahan lain. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik serat bemban dengan alkalisasi NaOH 3% selama 2 jam yang digunakan sebagai paduan geopolimer dengan metakaolin pada karakteristik fisis, mekanis, dan mikrostruktur diantaranya ikatan kimia dan gugus fungsi, serta morfologi dan unsur dilakukan peninjauan. Hasil pengujian serat bemban dengan perlakuan alkalisasi NaOH 3% 2 jam mampu memperbaiki karakteristik fisis, mekanis, dan kimiawi serat yang didukung oleh hasil uji FTIR dan SEM-EDX, hal ini berkaitan dengan peningkatan karakteristik geopolimer diantaranya daya serap air sebesar 2,75%, porositas 5,80%, kuat tekan 32,58 MPa, dan kuat tarik belah 10,78 MPa pada penambahan 1,5% serat bemban dengan perbandingan metakaolin-*fly ash* 70:30% didukung data hasil uji FTIR dengan terbentuknya geopolimer pada bilangan gelombang 974 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur asimetris Si-O-Si, hasil SEM menunjukkan keberadaan serat bemban yang berikatan dengan baik pada matriks geopolimer, sebagai aplikasi perkerasan pendekatan nilai kuat lentur yang didasarkan pada SNI 03-2491-1991 telah memenuhi persyaratan yakni 14,77 MPa.

Kata Kunci : geopolimer, serat bemban, hidrofilik, metakaolin, perkerasan.

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF GEOPOLYMERS BASED ON METAKAOLIN HYBRID BEMBAN FIBER (DONAX CANNIFORMIS) AND ITS POTENTIAL AS A RIGID PAVEMENT MATERIAL

(By: Yoga Saputra; Supervisor: Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti, M.S.; Dr. Tetti Novalina Manik, S.Si., M.T., 2023; 109 pages).

The utilization of natural resources continues to increase in an effort to develop sustainable materials that are environmentally friendly, including the use of bemban fibers and metakaolin natural minerals in geopolymer production. Bemban fiber is hydrophilic, so it needs alkalization treatment with 3% NaOH for 2 hours to increase the binding force between surface bonds with other materials. This study aims to analyze the characteristics of bemban fiber with 3% NaOH alkalization for 2 hours used as a geopolymer alloy with metakaolin on physical, mechanical, and microstructural characteristics including chemical bonds and functional groups, as well as morphology and elements are reviewed. The results of testing bemban fiber with 3% NaOH alkalization treatment for 2 hours were able to improve the physical, mechanical, and chemical characteristics of the fiber supported by the results of the FTIR and SEM-EDX tests, this is related to the increase in geopolymer characteristics including water absorption of 2.75%, porosity of 5.80%, compressive strength of 32.58 MPa, and split tensile strength of 10.78 MPa at the addition of 1.5% bemban fiber with a ratio of metakaolin-fly ash 70: 30% supported by FTIR test data with the formation of geopolymers at wave number 974 cm^{-1} showing asymmetric Si-O-Si stretching vibrations, SEM results show the presence of bemban fibers that bind well to the geopolymer matrix, as a pavement application approach the flexural strength value based on SNI 03-2491-1991 has met the requirements of 14.77 MPa.

Keywords : *geopolymer, bemban fiber, hydrophilic, metakaolin, pavement.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul ***“Karakterisasi Geopolimer Berbasis Metakaolin Hybrid Serat Bemban (*Donax Canniformis*) Serta Potensinya Sebagai Material Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)”*** ini dengan baik. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan pengikut beliau hingga akhir zaman. Penulisan laporan skripsi ini merupakan bagian tugas akademik di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat, sebagai persyaratan untuk menyelesaikan program pendidikan Sarjana (S1) Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian laporan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Drs. Abdul Gafur, M.Si., M.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.
2. Bapak Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M.Kom selaku Koordinator Program Studi S1-Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.
3. Ibu Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti, M.S., selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing pertama yang selalu sabar dan tulus dalam mendidik dan memberi arahan serta dukungan dalam perkembangan akademik sampai dengan penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Tetti Novalina Manik, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak Dr. Totok Wianto, S.Si., M.Si dan Bapak Dr. Eka Suarso, S.Si., M.Si selaku dosen penguji I dan II yang telah memberikan kritik dan masukan yang membangun, sehingga penelitian ini menjadi lebih baik.
6. Seluruh dosen FMIPA ULM, terkhususnya dosen Fisika yang telah banyak memberikan ilmu dan pengalamannya.

7. Bapak Marjuni, S.Si., selaku teknisi laboratorium fisika yang telah banyak membantu penulis selama melakukan penelitian.
8. Seluruh keluarga Fiktif 19 dan KBK Fisika Material yang selalu memberikan bantuan dukungan maupun semangat kepada penulis dalam menjalankan perkuliahan.
9. Teman-teman “Group Belajar (GB)” yaitu Rizky Amalia, Durrotun Nashihah, dan Yasmine Ivana Asri sebagai *support system circle*.
10. Bahrain, yang telah memberikan *support* baik tenaga, moril, maupun materil.
11. Nur Hazizah, *partner* dalam penelitian dan pengerjaan skripsi.
12. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah banyak memberikan dukungan baik moril maupun materil dalam penyelesaian laporan ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena penulis hanyalah manusia biasa dan tanpa bantuan dari pihak di atas tidaklah mudah penulis meraih keberhasilan dalam menyelesaikan laporan skripsi ini. Penulis hanya dapat berdoa semoga Allah SWT membalas kebaikan tersebut dan dilipatgandakan amal kebajikan mereka. Adanya kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan demi kesempurnaan laporan skripsi ini. Akhir kata, semoga laporan skripsi ini memberikan manfaat bagi kita semua, terutama bagi saya sendiri.

Banjarbaru, Juni 2023
Penulis

Yoga Saputra

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERSEMBAHAN	iv
PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Berman	6
2.2 Kaolin	7
2.3 Metakaolin	9
2.4 <i>Fly Ash</i>	10
2.5 Pasir Silika	12
2.6 Geopolimer	12
2.7 <i>Rigid Pavement</i>	14
2.8 Larutan Aktivator	16
2.9 Agregat Halus	17
2.10 Alkalisasi Serat	18
2.11 Mortar	20
2.12 Curing	22

2.13 Daya Serap Air dan Porositas	23
2.14 Kekuatan Tekan	24
2.15 Kekuatan Tarik Belah	25
2.16 <i>Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy</i>	26
2.19 <i>Scanning Electron Microscope – Energi Dispersive X-Ray</i> <i>(SEM-EDX)</i>	27
2.22 Penelitian Terdahulu	28
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	30
3.2 Alat dan Bahan	30
3.3 Tahapan Penelitian	32
3.4 Rancangan Penelitian	33
3.5 Prosedur Penelitian	33
3.6 Pengujian	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Karakteristik Serat Bemban (<i>Donax canniformis</i>)	47
4.2 Karakteristik Geopolimer	59
BAB V PENUTUP	78
5.1 Kesimpulan	78
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tumbuhan Bembun (<i>Donax canniformis</i>)	6
Gambar 2.2 Struktur Kaolin	8
Gambar 2.3 Struktur Perkerasan Kaku	15
Gambar 2.4 Reaksi yang Terjadi Pada Proses Alkalisasi	19
Gambar 2.5 Kondisi Pembebanan Kuat Tekan	25
Gambar 2.6 Kondisi Pembebanan Kuat Tarik Belah	26
Gambar 2.7 Komponen Utama dari Spektrometer FTIR	26
Gambar 3.1 Diagram Tahapan Penelitian	32
Gambar 4.1 Grafik Tegangan dan Regangan Serat Tanpa Alkalisasi dan Serat Alkalisasi	52
Gambar 4.1 Spektra FTIR Serat Tanpa Alkalisasi dan Serat Alkalisasi	54
Gambar 4.2 Morfologi Serat Tanpa Alkalisasi dan Serat Alkalisasi Menggunakan SEM	56
Gambar 4.3 Spektra Unsur Serat Tanpa Alkalisasi dan Serat Alkalisasi	57
Gambar 4.4 Hubungan Daya Serap Air dengan Perbandingan Metakaolin dan <i>Fly Ash</i>	60
Gambar 4.5. Hubungan Daya Serap Air dengan Penambahan Serat Bembun ...	61
Gambar 4.6 Hubungan Porositas dengan Perbandingan Metakaolin dan <i>Fly Ash</i>	62
Gambar 4.7 Hubungan Porositas dengan Penambahan Serat Bembun	63
Gambar 4.8 Hubungan Kuat Tekan dengan Perbandingan Metakaolin dan <i>Fly Ash</i>	66
Gambar 4.9 Hubungan Kekuatan Tekan dengan Kadar Penambahan Serat Bembun	67
Gambar 4.10 Hubungan <i>Stress-Strain</i> Geopolimer	69
Gambar 4.11 Hubungan Kuat Tarik Belah Geopolimer dengan Kadar Penambahan Serat Bembun	71
Gambar 4.12 Spektra <i>IR</i> Geopolimer	73
Gambar 4.13 Morfologi Geopolimer	75
Gambar 4.14 Spektra Unsur Geopolimer	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Zona Gradasi Agregat Halus	18
Tabel 3.1 Nomenklatur Benda Uji Geopolimer	37
Tabel 3.2 <i>Mix</i> Desain Geopolimer	39
Tabel 3.3 Komposisi Campuran Benda Uji Geopolimer	40
Tabel 4.1 Kadar Air Serat Bemban	47
Tabel 4.2 Sifat Fisis Serat Bemban	48
Tabel 4.3 Kuat Tarik Serat Bemban	50
Tabel 4.4 Kadar Komponen Kimia Serat Bemban	52
Tabel 4.5 Gugus Fungsi Serat Bemban	54
Tabel 4.6 Unsur-Unsur Serat Bemban	57
Tabel 4.7 Karakteristik Fisis Geopolimer	59
Tabel 4.8 Kekuatan Tekan Geopolimer	64
Tabel 4.9 Kekuatan Tarik Belah Geopolimer	70
Tabel 4.10 Kuat Tarik Lentur	72
Tabel 4.11 Ikatan Kimia dan Gugus Fungsi Geopolimer	74
Tabel 4.12 Kandungan Unsur Geopolimer	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data dan Perhitungan	92
Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan	96
Lampiran 3. Riwayat Hidup Penulis	98