STUDI KARAKTERISTIK SIFAT AKUSTIK DAN NILAI KONDUKTIVITAS TERMAL BETON NONSTRUKTURAL DENGAN PENGUAT SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

MAYOZA UTANA
NIM H1021191042

SKRIPSI

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

STUDI KARAKTERISTIK SIFAT AKUSTIK DAN NILAI KONDUKTIVITAS TERMAL BETON NONSTRUKTURAL DENGAN PENGUAT SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

MAYOZA UTANA
NIM H1021191042

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains pada Program Studi Fisika

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Studi Karakteristik Sifat Akustik dan Nilai Konduktivitas Termal Beton Nonstruktural dengan Penguat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

Nama Mahasiswa	: Mayoza Utana
NIM	: H1021191042
Jurusan/Program Studi	: Fisika/Fisika
Tanggal Lulus	: 31 Januari 2025
SK Pembimbing	: No. 1838/UN22.8/TD.06/2023 /Tanggal 25 Mei 2023
SK Penguji	: No. 13/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal 20 Januari 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Dwiria Wahyuni., S.Si., M.Sc.	Asifa Asri, S.Si., M.Si.
NIP198206082008122001	NIP199006052022032010

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Muliadi, S.Si., M.Si.	Zulfian, S.Si., M.Si.
NIP197005101999031003	NIP198812142020121005

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Dwiria Wahyuni, S.Si., M.Sc.	Asifa Asri, S.Si., M.Si.
NIP198206082008122001	NIP199006052022032010

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusnizal, S.Si., M.Si.
NIP197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Mayoza Utana
NIM	: H1021191042
Program Studi/ Jurusan	: Fisika/Fisika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 23 Juli 2023



Mayoza Utana
NIM H1021191042

Studi Karakteristik Sifat Akustik dan Nilai Konduktivitas Termal Beton Nonstruktural dengan Penguat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

Abstrak

Penelitian ini membahas inovasi dalam material beton, khususnya beton yang dirancang untuk mengurangi polusi suara dan menahan panas. Beton yang diuji menggunakan serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai bahan penguat, dengan komposisi bahan semen 24%, pasir 70%, dan serat TKKS 6%. Target massa jenis beton yang dibuat adalah 1,0 g/cm³, sesuai dengan standar beton nonstruktural dalam SNI 03-2847 (2002), dan berpotensi digunakan sebagai material akustik serta isolator panas. Pengujian akustik dengan metode tabung impedansi mengacu pada *american standard for testing materials* (ASTM) E1050 menunjukkan bahwa beton berpenguat serat TKKS memiliki kemampuan menyerap suara dengan nilai koefisien absorpsi suara (α) antara 0,20 hingga 0,28 pada rentang frekuensi 2.000 Hz hingga 12.000 Hz, sesuai dengan standar *international organization for standardization (*ISO) 11654. Selain itu, uji termal menunjukkan bahwa beton ini memiliki konduktivitas termal (λ) antara 0,12 W/m°C hingga 0,20 W/m°C, lebih rendah dibandingkan beton biasa (1,45 W/m°C), menjadikannya material yang lebih efektif dalam menahan panas.

Kata Kunci: Beton nonstruktural, Isolator, Koefisien Absorpsi Suara, Konduktivitas Termal, Polusi suara, Serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS)

Study on the Acoustic Properties and Thermal Conductivity of Non-Structural Concrete with Oil Palm Empty Fruit Bunch Fiber Reinforcement

Abstract

This study discusses innovations in concrete materials, particularly concrete designed to reduce sound pollution and resist heat. The concrete tested uses oil palm empty fruit bunch (EFB) fibers as a reinforcement material, with a composition of 24% cement, 70% sand, and 6% EFB fibers. The target density of the concrete produced is 1,0 g/cm³, in accordance with the non-structural concrete standard in SNI 03-2847 (2002), and it has potential applications as both an acoustic material and a thermal insulator. Acoustic testing using the impedance tube method, based on the American Standard for Testing Materials (ASTM) E1050, shows that the EFB fiber-reinforced concrete has sound absorption capabilities with a sound absorption coefficient (α) ranging from 0.20 to 0.31 in the frequency range of 2.000 Hz to 12.000 Hz, in accordance with the international organization for standardization (ISO) 11654. Additionally, thermal testing indicates that this concrete has a thermal conductivity (λ) ranging from 0.12 W/m°C to 0.20 W/m°C, which is lower than that of conventional concrete (1.45 W/m°C), making it a more effective material for heat insulation.

Keywords: Concrete non-structural, Insulator, Oil palm empty fruit bunch (EFB) fiber, Sound Absorption Coefficient, Sound pollution, Thermal Conductivity

PRAKATA

Dengan penuh rasa syukur, penulis memanjatkan puji dan terimakasih yang amat dalam kepada Tuhan Yesus Kristus, yang telah memberikan kasih karunia, kekuatan, dan penyertaan-Nya, sehingga dengan segala keterbatasan yang ada penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "**Studi Karakteristik Sifat Akustik dan Nilai Konduktivitas Termal Beton Nonstruktural dengan Penguat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit**". Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan agar memperoleh gelar Sarjana Sains pada prodi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Penulis sadar bahwa dalam penyelesaian skripsi ini, tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, oleh karena itu izinkan penulis untuk menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang luar biasa, yang telah menjadi bagian dari proses menyusun skripsi ini. Maka dalam kesempatan ini, dengan penuh kerendahan hati dan ketulusan, ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus, yang selalu menjadi pelindung, pemberi kekuatan, dan cahaya dalam setiap langkah hidup ini, karena belas kasih dan penyertaan-Mu skripsi ini bisa selesai, terimakasih karena senantiasa, bahkan selama-lamanya setia, tidak pernah meninggalkan dalam perkara sulit sekalipun dan senantiasa memberi pengharapan yang baru pada anak-Mu ini, tanpa kasih-Mu, hamba hanyalah manusia yang rapuh, segala yang telah Engkau anugerahkan adalah alasan utama hamba mampu berdiri hingga detik ini. Terimakasih atas rezeki, kesehatan jasmani/rohani, sukacita, damai sejahtera dan berkat yang tiada tara, yang diberikan pada hamba, orang-orang disekitar hamba, orang-orang yang hamba kasihi, dan kami semua yang masih berjuang ini. Sungguh hamba sangat bersyukur masih diberi kesempatan, menerima, dan menyaksikan berkat yang diberikan pada kami.
2. Kedua orang tua terkasih, yang dengan kasih tanpa syarat selalu mendoakan, mendukung, meyakinkan, dan percaya pada setiap langkah penulis. Bapak dan mamak, setiap kata semangat, pelukan hangat, dan kehadiran kalian adalah sumber energi terbesar bagi penulis. Terima kasih telah menjadi cahaya dan rumah yang hangat untuk kami anak-anak mu. Terimakasih sudah berusaha, bertahan, dan berjuang keras menjadi orang tua yang baik dan bijaksana untuk anak-anak mu.
3. Ibu Dr. Dwiria Wahyuni, S.Si., M.Sc selaku pembimbing I, yang dengan senantiasa sabar membimbing dan memberikan arahan selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas ilmu, waktu, saran dan perhatian yang berharga. Penulis merasa sangat beruntung mendapatkan bimbingan dari ibu.
4. Ibu Asifa Asri, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing II, terima kasih senantiasa sabar membimbing dan memberikan arahan selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas ilmu, waktu, saran dan perhatian yang

berharga. Penulis merasa sangat beruntung mendapatkan bimbingan dari ibu.

5. Bapak Muliadi, S.Si, M.Si., selaku Penguji I yang selalu memberikan saran, masukan dan, kritik yang membangun dalam skripsi penulis
6. Bapak Zulfian, S.Si., M.Si., selaku Penguji II yang selalu memberikan saran, masukan dan, kritik yang membangun dalam skripsi penulis
7. Bang Suandi sebagai administrator di jurusan Fisika FMIPA UNTAN yang telah banyak membantu penulis dalam mengurus berkas seminar
8. Seluruh dosen pengajar jurusan Fisika FMIPA UNTAN Pontianak yang telah memberikan banyak ilmu yang bermanfaat bagi penulis
9. Kepada staf laboratorium fisika dasar, fisika FMIPA UNTAN, bang Rizal, bang Yusuf, yang telah banyak membantu dan memberi arahan kepada penulis.
10. Kepada sahabat/teman seperjuangan penulis Pebi Pelianti, Nurwinda Rahmadhani, Viyona Melisa, Zeny Nur Oktaviani, Alexxander Govinda Khevin, Sinur Agustina Br. Simanjuntak, yang telah banyak membantu dan memberikan tenaga, tempat, semangat, doa, dan dukungan kepada penulis. Thanks a lot guys, doa yang terbaik untuk kita semua.
11. Kepada teman seperjuangan penghuni Laboratorium fisika lanjut, saudari Mawar Saron, Friskila, Indah Budiarti Ningsih, Sutiniwati, Yenniarti Kornelia, Era Zikri, Niswatul, Doni Damara, David Halomoan, kak Vina, bang Arif, Mia, Muhay, Tiara, Afifatul, Jihan, bang Arsyad, kak Asterina, Chelsi, Qoriatus, Gemma, Ellan, terimakasih sudah membantu dan memberi semangat, doa serta dukungan yang berharga. Doa yang terbaik untuk kita semua.
12. Teman-teman Fisika Angkatan 2019 “Rophy9teen” yang telah memebersamai sampai akhir perkuliahan, yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan saran kepada penulis. Doa yang terbaik untuk kita semua.
13. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu dan mendukung sampai akhir.

Penulis sangat menyadari dalam penyelesaian penulisan skripsi ini terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penulis senantiasa mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Pontianak, 31 Januari 2025



Mayoza Utana

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
Abstrak iv
Abstract v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB II DASAR TEORI 4
2.1 Beton nonstruktural 4
2.2 Bahan Penyusun Beton 5
2.3 Karakteristik Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit 7
2.4 Gelombang Bunyi 9
2.5 *Noise Absorption Coefficient* (NAC) (α) 11
2.6 Metode Tabung impedansi *(Impedance tube)* 12
2.7 Konduktivitas Termal (λ) 13
2.8 Karakterisasi Sifat Fisis Material 17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 19
3.2 Alat dan Bahan 19
3.2.1 Alat 19
3.2.2 Bahan 20
3.3 Prosedur Pengujian 20
3.3.1 Preparasi Alat dan Bahan 20

3.3.2 Pembuatan Spesimen Uji 21
3.3.3 Pengujian sifat fisis dan mekanik beton nonstruktural hasil pabrikasi 22
1. Pengukuran Massa Jenis 23
2. Pengujian Porositas 23
3. Pengujian Daya serap air 23
4. Pengujian Sifat Mekanis (Uji Tekan) 24
5. Pengujian Koefisien Absorpsi Suara 24
6. Pengujian Nilai Konduktivitas Termal 24
3.4 Diagram Alir Penelitian 26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 27
4.1 Hasil fabrikasi spesimen 27
4.1.1 Hasil Fabrikasi Spesimen untuk Uji Daya Absorpsi Suara 27
4.1.2 Hasil Fabrikasi Spesimen untuk Uji Kuat Tekan Beton 28
4.1.3 Hasil Fabrikasi Spesimen untuk Uji Konduktivitas Termal 29
4.2 Sifat fisis dan mekanis 29
4.2.1 Massa Jenis 29
4.2.2 Porositas (%) 31
4.2.3 Daya Serap Air 32
4.2.4 Kuat tekan 34
4.2.5 *Noise Absorption Coefficient* (NAC) (α) 35
4.2.6 Konduktivitas termal (λ) 39
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 41
5.1 Kesimpulan 41
5.2 Saran 41
DAFTAR PUSTAKA 42
LAMPIRAN 45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Limbah TKKS diperkebunan kelapa sawit (a) TKKS sesudah dibakar (b) TKKS utuh atau sebelum dibakar 8
Gambar 2.2 Arah energi suara 11
Gambar 2.3 Skema alat uji tabung impedansi 13
Gambar 2.4 Konveksi paksa dan konveksi bebas 15
Gambar 2.5 Perpindahan radiasi antara dua permukaan 16
Gambar 3.1 (a) Proses pengeringan serat TKKS, (b) Persiapan alat cetak spesimen 21
Gambar 3.2 Rangkaian alat tabung impedansi 21
Gambar 3.3 Rangkaian alat pengujian *thermal conductivity* apparatus 25
Gambar 3.4 Diagram alir penelitian 26
Gambar 4.1 Bentuk spesimen untuk pengujian absorpsi suara (a) Spesimen yang diberi serat TKKS (b) Spesimen tanpa diberi serat TKKS (kontrol) 28
Gambar 4.2 Bentuk spesimen diberi serat TKKS untuk pengujian kuat tekan 28
Gambar 4.3 Bentuk spesimen untuk pengujian nilai konduktivitas termal (a) Spesimen diberi serat TKKS (b) Spesimen tanpa diberi serat TKKS (kontrol) ... 29
Gambar 4.4 Grafik nilai rata-rata massa jenis masing-masing spesimen kontrol dan spesimen yang diberi serat TKKS 30
Gambar 4.5 Grafik nilai`rata-rata porositas masing-masing spesimen kontrol dan spesimen yang diberi serat TKKS 32
Gambar 4.6 Grafik nilai daya serap air masing-masing spesimen kontrol dan spesimen diberi serat TKKS 33
Gambar 4.7 Grafik nilai rata-rata koefisien absorpsi suara (α) yang diberi serat TKKS dan spesimen kontrol 36

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil komposisi kimia dan sifat fisis maupun mekanik TKKS (AR, 2016) dan pradana (2017) 8
Tabel 2.2 Klasisikasi kelas koefisien absorpsi suara berdasarkan ISO 11654 (1997) 12
Tabel 2.3 Nilai konduktivitas termal beberapa bahan material..... 14
Tabel 3.1 Keterangan bentuk spesimen untuk uji sifat akustik, sifat termal, dan sifat mekanik material 22
Tabel 3.2 Komposisi bahan untuk uji sifat akustik, sifat termal, dan sifat mekanis dengan target kerapatan 1,0 g/cm^3 22
Tabel 4.1 Hasil nilai pengujian kuat tekan spesimen untuk uji kuat tekan yang diberi serat TKKS dan spesimen kontrol 34
Tabel 4.2 Hubungan nilai massa jenis, daya serap air, dan porositas spesimen yang diberi serat TKKS dan spesimen kontrol dengan koefisien absorpsi suara (α) pada frekuensi 2 kHz-12 kHz..... 38
Tabel 4.3 Hubungan nilai konduktivitas termal dengan nilai massa jenis, porositas, dan nilai daya serap air 39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan massa pasir, semen, dan serat TKKS beton dengan penguat serat TKKS 45
Lampiran 2. Perhitungan Sifat Fisis dan Mekanis Beton dengan penguat serat TKKS 48
Lampiran 3. Dokumentasi Pembuatan Spesimen Beton dan Pengujian Spesimen 54

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebisingan merupakan suara yang tidak dikehendaki, yang umumnya bersumber dari teknologi, alat-alat kerja atau proses suatu kegiatan manusia. Kebisingan dapat menimbulkan gangguan pendengaran yang dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia (Kartikasari *et al.*, 2022). Menurut Kementerian Kesehatan (2023) standar tekanan kebisingannya maksimal 85 dB. Selain itu kebisingan dapat menyebabkan efisiensi ruangan pada bangunan menurun, terutama ruang yang memiliki akustik yang buruk, karena menyebabkan suara cenderung bergaung, oleh sebab itu diperlukan alternatif untuk isolasi atau absorpsi suara, terutama daerah permukiman, perkantoran, perdagangan, dan fasilitas umum.

Salah satu alternatif yang sudah dilakukan untuk mengatasi masalah akustik adalah membuat beton serat. Beton ini merupakan salah satu bahan yang memenuhi syarat sebagai material bangunan peredam suara (Gurning, 2013). Menerapkan alternatif tersebut dapat meminimalisir kebisingan, sehingga lingkungan cenderung tenang, nyaman, dan fungsional, terutama bagi penghuni yang menghargai privasi seperti rumah hunian, ruangan gedung perkantoran, gedung sekolah, atau auditorium.

Kemudian dalam konteks penggunaan energi yang berlebihan, terutama yang umum digunakan, yaitu penggunaan *air conditioner* (AC), mengingat Provinsi Kalimantan Barat memilki letak geografis yang unik, yaitu terletak di daerah tropis dan dilalui oleh garis khatulistiwa. Menurut Badan Statistik Provinsi Kalimantan Barat (2024), suhu udara di Kalimantan Barat cenderung panas dengan *range* 26,62°C-29,10°C. Maka dalam hal ini perlu mempertimbangkan penggunaan material bahan beton dengan sifat termal yang rendah, untuk meningkatkan kinerja insulasi termal bangunan, sehingga dapat mengurangi konsumsi energi yang berlebihan.

Beton nonstruktural dengan penguat serat alami merupakan komposit dari semen, agregat, dan sejumlah serat alami dalam jumlah kecil. Golongan beton nonstruktural adalah beton dengan massa jenis ringan yang mengandung agregat ringan dan mempunyai massa satuan tidak lebih dari 1.900 kg/m³ (SNI 03 2847, 2002), sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi (*high rise building*) akan dapat secara signifikan mengurangi massa bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada pondasi. Aplikasi penggunaan beton ini seperti batako, hebel, isolasi atau partisi, dan panel dinding (Puro, 2014).

Penambahan serat dalam proporsi tertentu memungkinan dapat memengaruhi perilaku struktur beton secara keseluruhan. Oleh sebab itu pengaruh perubahan ini perlu dianalisis untuk memberikan informasi yang tepat mengenai perilaku dan kapasitas beton berserat terkhususnya serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Gurning (2013) mengkaji bahwa serat TKKS dapat meningkatkan sifat akustik beton, yaitu beton serat 6% dengan kerapatan 2,4 g/cm³, studi yang mendukung juga dilaporkan Tarkono dan Ali (2015) bahwa eternit berbasis serat TKKS nilai konduktivitas termalnya dibawah semen asbes padat 0,576 kkal/mh℃ yaitu 0,435 kkal/mh℃ sehingga bahan dapat dikatakan bersifat isolator. Pengaruh ini karena adanya komposisi bahan tambah serat pada beton sehingga konduktivitas termal menurun, akibat adanya serat alami yang memiliki rongga (Badilla, 2024).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan maka, merujuk dari studi sebelumnya, yaitu dengan komposisi 6% serat TKKS, digunakan sebagai acuan dengan harapan bisa mencapai standar ISO 11654 (1997) yaitu 0,15 untuk akustik ruangan dan konduktivitas termal beton mengacu SNI 6389 (2020) yaitu 1,45 W/m°C. Performa suatu material sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti porositas, struktur, bentuk, dan kerapatan (Kartika *et al.*, 2018). Berdasarkan studi tersebut sifat termal beton perlu juga dikaji mengingat inovasi, dan permintaan beton diantaranya konduktivitas termal beton.

1.2 Perumusan Masalah

Bagaimana pengaruh keberadaan serat TKKS sebagai penguat pada beton nonstruktural pada karakteristik sifat akustik dan nilai konduktivitas termalnya?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian yang diambil yaitu sebagai berikut:

1. Sifat akustik yang ditinjau adalah nilai koefisien absorpsi suara.
2. Target kerapatan beton nonstruktural sesuai dengan SNI 03-2847-2002 yaitu kurang dari 1,9 g/cm^3.
3. Prosedur pengujian nilai koefisien absorpsi suara menggunakan metode tabung impedansi yang mengacu pada *American Standard for Testing Materials* (ASTM) 1050.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh keberadaan serat TKKS sebagai penguat pada beton nonstruktural pada karakteristik sifat akustik dan nilai konduktivitas termal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian diharapkan dapat memberikan informasi terkait potensi serat TKKS sebagai penguat pada beton nonstruktural yang digunakan sebagai material akustik dan material tahan panas.