



**STUDI KARAKTERISTIK TERMAL, FISIKA DAN MEKANIK BETON-PCM  
ILLIPE BUTTER (*Shorea sp*) SEBAGAI MATERIAL PENYERAP PANAS**

**SKRIPSI**

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

**Oleh :  
MILLTRIANA  
1811014120011**

**PROGRAM STUDI S-1 FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU**

**FEBRUARI 2023**



PERPUSTAKAAN  
FAKULTAS MIPA

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

DITERIMA : 27 Februari 2023

TARIKH

NO. BUKU : 023

TTD :

PETUGAS : Siti Zainab

**STUDI KARAKTERISTIK TERMAL, FISIK DAN MEKANIK BETON-PCM  
ILLIPE BUTTER (*Shorea sp*) SEBAGAI MATERIAL PENYERAP PANAS**

**SKRIPSI**

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

**Oleh :  
MILLTRIANA  
1811014120011**

**PROGRAM STUDI S-1 FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU**

**FEBRUARI 2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### STUDI KARAKTERISTIK TERMAL, FISIK DAN MEKANIK BETON-PCM ILLIPE BUTTER (*Shorea sp*) SEBAGAI MATERIAL PENYERAP PANAS

Oleh:

**Milltriana**

**NIM 1811014120011**

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji Pada Tanggal : 2023

Susunan dosen penguji,

Pembimbing Utama

Dosen penguji

Dr. Eka Suarso S.Si., M.Si  
NIP. 19790430 200501 1 004

Dr. Tetti Novalina Manik, S.Si., M.T. (

Dr. Suryajaya, S.Si., M.Sc Tech

Pembimbing Pendamping,

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



Banjarbaru, 2023  
Dosen Pembimbing Program Studi Fisika  
Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M.Kom.  
NIP. 19740707 200212 1 003

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Bismillahirrohmanirrahiim ....*

*Penulis persembahkan karya sederhana ini untuk :*

***Almarhum Bapak**, sebagai bentuk dedikasi yang belum sempat penulis berikan kebahagiaan dan kebanggaan.*

***Mama** tercinta dan tersayang yang selalu memberikan dukungan moril maupun materi serta do'a yang tiada henti untuk kesuksesan penulis.*

***Saudara** terkasih Alm. kakak Agus dan kakak Ina, serta keponakan tersayang Farid, Alia, Arya, Adhi, dan Alm.Yusuf, terimakasih telah membersamai dan menjadi penyemangat bagi penulis selama masa studi.*

***Keluarga Besar** yang selalu mendo'akan dan mendukung serta membantu penulis.*

***Sahabat** Kacak-18 dan seluruh mahasiswa Fisika yang telah menjadi teman dalam masa studi penulis.*

*Tiada hal yang bisa dilakukan penulis melainkan hanya lantunan do'a yang dapat tcurahkan agar selalu di Lindungi, di Berkahi dan di Rahmati oleh- Nya. Aamiin.*

*"..Allah does not charge a soul except (with that within) its capacity.."Q.S Al-Baqarah [2] : 286.*

*So, i am proud of myself, i am doing my best, i love myself !*

## **PERNYATAAN**

Dengan ini penulis menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarbaru, 2023

Penulis

Milltriana

NIM. 1811014120011

## ABSTRAK

STUDI KARAKTERISTIK TERMAL, FISIK DAN MEKANIK BETON-PCM ILLIPE BUTTER (*Shorea sp*) SEBAGAI MATERIAL PENYERAP PANAS (Oleh: Milltriana; Pembimbing: Dr. Eka Suarso S.Si., M.Si ; Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti M.S., 2022 ; 95 halaman)

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki dan menganalisis karakteristik termal, fisik, dan mekanik beton yang mengandung bahan berubah fasa (PCM) organik dari lemak tengkawang. Penelitian ini dimulai dengan melakukan uji terhadap agregat pasir dan arang sekam padi, kemudian ditentukan *mix design* antara campuran beton dan lemak tengkawang. Penambahan agregat arang sekam padi untuk meningkatkan konduktivitas termal pada PCM. Pembuatan Beton-PCM digunakan metode paling sederhana dan mudah dikerjakan yaitu Metode Penggabungan Langsung (*direct incorporation*). Hasil uji karakteristik termal PCM menggunakan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC), diperoleh nilai titik leleh berkisar 36,08°C–47,78°C, kalor laten sebesar 91,63 J/g, konduktivitas termal sebesar 0,0233 W/m.K, dan resistansi termal sebesar 7,1331 K/mW, diketahui kandungan energi kalor laten dari lemak tengkawang menunjukkan potensi yang baik sebagai PCM organik. Adapun variasi PCM yang paling optimal adalah B-PCM 10% dengan titik leleh berkisar 37,14°C – 44,64°C, kalor laten sebesar 27,53 J/g, konduktivitas termal sebesar 0,0764 W/m.K dan resistansi termal sebesar 2,1794 K/mW, terlihat titik leleh masih stabil, namun terjadi penurunan kalor yang diserap PCM, disisi lain adanya peningkatan konduktivitas termal dari Beton-PCM. Hasil uji massa jenis beton tanpa penambahan PCM sebesar 1209 kg/m<sup>3</sup> dan dengan penambahan PCM berturut-turut B-PCM 5% sebesar 1148 kg/m<sup>3</sup>, B-PCM 10% sebesar 1076 kg/m<sup>3</sup>, dan B-PCM 15% sebesar 1032 kg/m<sup>3</sup>. Pada sampel B-PCM 10% terjadi peningkatan daya serap air dan porositas beton, dan nilai koefisien pemuaian tertinggi sebesar  $0,5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ . Hasil uji kuat tekan beton tertinggi pada sampel B-PCM 0% berumur 7 hari sebesar 1,28 Mpa, umur 14 hari 1,84 Mpa, dan umur 28 hari 1,71 Mpa. Studi ini menyimpulkan bahwa PCM lemak tengkawang berpotensi sebagai bahan penyerap panas pada bangunan non-struktural, sebagai perbandingan disertakan penelitian terdahulu.

**Kata Kunci** : beton; lemak tengkawang; PCM; penyerap panas

## ABSTRACT

STUDY OF THERMAL, PHYSICAL, AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF ILLIPE BUTTER (*Shorea sp*) CONCRETE-PCM AS A HEAT ABSORBENT MATERIAL (By: Milltriana; Supervisor: Dr. Eka Suarso S.Si., M.Si ; Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti M.S., 2022 ; 95 pages)

This research aims to study and analyze the thermal, physical, and mechanical characteristics of concrete containing organic phase change material (PCM) derived from illipe butter. The research began by testing sand aggregate and rice husk ash, then determining the mix design between concrete and illipe butter. The addition of rice husk ash aggregate is to increase the thermal conductivity of the PCM. The preparation of Concrete-PCM uses the simplest and easiest method, which is the Direct Incorporation Method. The results of the thermal characteristic tests of the PCM using Differential Scanning Calorimetry (DSC) obtained melting points ranging from 36,08°C to 47,78°C, latent heat of 91,63 J/g, thermal conductivity of 0,0233 W/m.K, and thermal resistance of 7,1331 K/mW. It is known that the latent heat energy content of illipe butter shows good potential as an organic PCM. The optimal PCM variation is B-PCM 10% with melting points ranging from 37,14°C to 44,64°C, latent heat of 27,53 J/g, thermal conductivity of 0,0764 W/m.K and thermal resistance of 2,1794 K/mW. It can be seen that the melting point is still stable, but there is a decrease in the heat absorbed by the PCM, on the other hand, there is an increase in the thermal conductivity of Concrete-PCM. The test results for the density of concrete without the addition of PCM were 1209 kg/m<sup>3</sup> and with the addition of PCM respectively B-PCM 5% was 1148 kg/m<sup>3</sup>, B-PCM 10% was 1076 kg/m<sup>3</sup>, and B-PCM 15% was 1032 kg/m<sup>3</sup>. Sample B-PCM 10% there was an increase in water absorption and porosity, and the expansion coefficient value was  $0,5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ . The highest concrete compressive strength test results in the 0% B-PCM sample aged 7 days were 1,28 MPa, 14 days were 1,84 MPa, and 28 days were 1,71 MPa. This study concludes that illipe butter PCM has the potential to be used as a heat absorbing material in non-structural buildings, a comparison with previous research is included.

**Keywords:** concrete; heat absorbent; illipe butter; PCM

## PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat dan Karunia-Nya. Shalawat dan Salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi yang berjudul “**Studi Karakteristik Termal, Fisik dan Mekanik Beton-PCM Illipe Butter (*Shorea sp*) Sebagai Material Penyerap Panas**”.

Dalam penyusunan laporan Skripsi ini tidak dapat tersusun dengan baik tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Drs. Abdul Gafur, M.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat.
2. Bapak Dr. Ichsan Ridwan S.Si., M.Kom selaku Kordinator Program Studi S-1 Fisika Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat.
3. Bapak Ade Agung Harnawan, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu penulis dalam mengikuti dan menyelesaikan studi di Prodi Fisika.
4. Bapak Dr. Eka Suarso S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu untuk bimbingan, pengarahan serta nasihat hingga akhirnya dapat menyelesaikan laporan Skripsi ini.
5. Ibu Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti, M.S selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah meluangkan waktu dengan sabar, tulus dalam memberikan arahan, bimbingan dan nasihat hingga akhirnya dapat menyelesaikan laporan Skripsi ini.
6. Ibu Dr. Tetti Novalina Manik, S.Si., M.T. dan Bapak Dr. Suryajaya, M.Sc.,Tech. selaku dosen Penguji yang telah memberi kritikan dan masukan yang sifatnya membangun, sehingga penelitian ini menjadi lebih baik.
7. Seluruh dosen FMIPA ULM, khususnya dosen Fisika yang telah banyak memberikan ilmu dan pengalamannya.
8. Bapak Marjuni, S.Si selaku teknisi Laboratorium Fisika Material dan Alpindi selaku teknisi Laboratorium Struktur dan Material Teknik Sipil yang selalu





## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	i
PERNYATAAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	iv
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	1
DAFTAR GAMBAR .....	2
DAFTAR LAMPIRAN.....	3
BAB I PENDAHULUAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Batasan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Tujuan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Manfaat Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Tengkwang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Phase Change Material (PCM).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1 Sifat PCM.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Kalor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Perpindahan Kalor .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Konduktivitas Termal .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6 Pemuaian Volume Zat Padat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7 Beton.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7.1 Semen.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7.2 Agregat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7.3 Air .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.8	Klasifikasi Beton .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9	Arang Sekam Padi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.10	Differential Scanning Calorimetri (DSC) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.11	Penelitian Terdahulu .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.12	Uji Karakteristik Agregat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III METODE PENELITIAN .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1	Waktu dan Tempat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2	Alat dan Bahan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3	Preparasi Bahan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5	Pembuatan Beton.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6	Pengujian Beton.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7	Tahapan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	Hasil Uji Pendahuluan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Hasil Uji Beton Segar.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3	Hasil Uji Beton Keras .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4	Analisis Termal DSC .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1	Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Saran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LAMPIRAN .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

- Tabel 1.** Kandungan lemak nabati buah Tengkawang **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2.** Lemak Tengkawang sebagai Bahan Baku ... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 3.** Karakteristik PCM Organik ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.** Spesifikasi Termal Parafin ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 5.** Spesifikasi Termal Nonparafin..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 6** Pemilihan Sifat PCM ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 7.** Koefisien Muai Beberapa Zat Padat ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 8.** Komposisi Kimia Semen Portland ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 9.** Gradasi Agregat Halus..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 10.** Gradasi Agregat Kasar ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 11.** Penentuan Nilai Fas Air sesuai Mutu Beton .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 12.** Sifat Fisika dan Kimia Sekam Padi ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 13.** Rancangan Mix Design..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 14.** Spesifikasi Pengujian DSC ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 15.** Uji Pendahuluan Agregat Halus ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 16.** Hasil Uji Waktu Pengikatan..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 17.** Hasil Uji Massa Jenis, Penyerapan, dan Porositas Beton **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 18.** Pemuaian Volume dan Koefisien Muai B-PCM .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 19.** Kuat Tekan Sampel Beton PCM 0% ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 20.** Hasil Karakteristik Termal PCM Lemak Tengkawang dan Beton PCM ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 21.** Hasil Penelitian Agregat Halus dengan Standar Mutu Agregat ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 22** Hasil Penelitian PCM Lemak Tengkawang dengan Standar PCM organik ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 23.** Hasil Penelitian Sifat Fisik Beton-PCM dengan Standar Beton Normal ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 24.** Hasil Penelitian Sifat Mekanik Beton-PCM dengan Beton Normal .. **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 25.** Hasil Penelitian PCM Lemak Tengkawang dengan Penelitian Terdahulu ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 26.** Hasil Penelitian Beton-PCM dengan Penelitian Terdahulu ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 27.** Hasil Penelitian Kuat Tekan Beton-PCM dengan Penelitian Terdahulu ..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.** Tengkawang..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.** Perubahan Fasa Zat Padat-Cair..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.** Titik leleh dan kalor laten berbagai jenis PCM. ....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.** Metode untuk meningkatkan nilai Konduktivitas Termal..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 5.** Arang Sekam Padi..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 6.** Prinsip Kerja DSC..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 7.** Diagram Penelitian..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 8.** Pasir limbah tambang, Arang sekam padi, Lemak tengkawang ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 9.** Pemeriksaan Waktu Ikat Semen ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 10.** Grafik Analisa Gradasi Pasir ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 11.** Grafik Analisa Gradasi Arang Sekam Padi .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 12.** Grafik Perbandingan Waktu Ikat B-PCM 0% dan B-PCM 10% ... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 13.** Grafik Massa Jenis dan Penyerapan Beton.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 14.** Grafik Porositas Beton ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 15.** Hubungan Suhu dan Besaran Pemuaian ;.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 16.** Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Umur Beton ...**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 17.** Diagram Fasa PCM Lemak Tengkawang.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 18.** Hubungan Laju Aliran Kalor Terhadap Temperatur Beton-PCM. **Error! Bookmark not defined.**

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 : Dokumentasi Penelitian

Lampiran 2 : Perhitungan

