

SKRIPSI SARJANA TERAPAN
**PERANCANGAN *CHAMBER* PENDINGIN BERMODUL
Peltier dan Pengujian *T-history* Bubuk Cangkang
Telur sebagai Alternatif *Phase Change Material*
Menggunakan Temperatur di Bawah Suhu
Ruangan**



DISUSUN OLEH :
MUHAMMAD SURYO WIDIANTORO
(1505521037)

Intelligentia - Dignitas
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN I

Judul : Perancangan Chamber Pendingin bermodul Peltier dan
Pengujian *T-History* bubuk cangkang telur sebagai alternatif
PCM dengan temperatur di bawah suhu ruangan.
Penyusun : Muhammad Suryo Widianoro
NIM : 1505521037
Pembimbing 1 : Dr. Dyah Arum Wulandari, M.T
Pembimbing 2 : Dr. Wardoyo, M.T.

Disetujui Oleh :

Pembimbing I



Dr. Dyah Arum Wulandari, M.T.

NIP. 197708012008012006

Pembimbing II



Dr. Wardoyo, M.T.

NIP. 197908182008011008

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur,



Dr. Wardoyo, M.T.

NIP. 197908182008011008

LEMBAR PENGESAHAN II

Judul : Perancangan Chamber Pendingin bermodul Peltier
dan Pengujian *T-History* bubuk cangkang telur
sebagai alternatif PCM dengan temperatur di bawah
suhu ruangan.

Penyusun : Muhammad Suryo Widianoro

NIM : 1505521037

Tanggal Ujian : Rabu, 30 Juli 2025

Pembimbing I,



Dr. Dyah Arum Wulandari, M.T.

NIP. 197708012008012006

Disetujui Oleh :

Pembimbing II,



Dr. Wardoyo, M.T.

NIP. 197908182008011008

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi Sarjana Terapan :

Ketua Sidang, Sekretaris, Penguji Ahli,

Dr. Sugeng Priyanto, M.Sc.

NIP. 196309152001121001

Drs. Syamsuir, M.T.

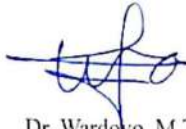
NIP. 196705151993041001

Dr. Ragil Sukarno, M.T.

NIP. 197911022012121001

Mengetahui

Koordinator Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur,



Dr. Wardoyo, M.T.

NIP. 197908182008011008

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Suryo Widianoro
No. Register : 1505521037
Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 30 November 2002
Alamat : Jl. Adil RT 04 RW 02, No.25A. Kel. Susukan,
Kec. Ciracas, Jakarta Timur, 13750

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi Sarjana Terapan ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi Sarjana Terapan ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka Saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Jakarta, 28 April 2025



Muhammad Suryo Widianoro

No. Reg.1505521037

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "PERANCANGAN *CHAMBER* PENDINGIN BERMODUL PELTIER DAN PENGUJIAN *T-HISTORY* BUBUK CANGKANG TELUR SEBAGAI ALTERNATIF *PHASE CHANGE MATERIAL* MENGGUNAKAN TEMPERATURE DI BAWAH SUHU RUANGAN". Proposal skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik Mesin pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam proses penyusunan seminar proposal ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Dyah Arum Wulandari, M.T, selaku Dosen Pembimbing 1 yang senantiasa memberikan arahan, motivasi, dan bimbingan kepada penulis dalam mengerjakan Proposal Skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi ini
2. Bapak Wardoyo, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan dan juga selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
3. Ayah dan Ibu, atas kasih sayang, doa, dan dukungan yang senantiasa menguatkan selama proses penyusunan seminar proposal.
4. Bapak dan Ibu Dosen Teknologi Rekayasa Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya.
5. Seluruh staff dan karyawan akademika Teknologi Rekayasa Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta yang telah membantu seluruh proses administrasi.

6. Keluarga besar Teknologi Rekayasa Manufaktur angkatan 2021 yang selalu memberi semangat dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi ini.
7. Seluruh Pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu namanya, yang telah memberikan kepada penulis secara langsung maupun tidak langsung selama proses penyusunan Proposal Skripsi ini,

Penulis menyadari bahwa Proposal Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 30 Juli 2025

Penyusun,

Muhammad Suryo Widianoro

NIM 1505521037



Intelligentia - Dignitas

**PERANCANGAN CHAMBER PENDINGIN BERMODUL
PELTIER DAN PENGUJIAN *T-HISTORY* BUBUK CANGKANG
TELUR SEBAGAI ALTERNATIF *PHASE CHANGE MATERIAL*
MENGUNAKAN TEMPERATUR DI BAWAH SUHU
RUANGAN**

Muhammad Suryo Widianoro

Teknologi Rekayasa Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

ABSTRAK

Metode penyimpanan berbasis energi termal adalah teknik paling sederhana dan efektif yang digunakan pada aplikasi bangunan berfungsi meningkatkan efisiensi energi pada bangunan untuk mengurangi dampak lingkungan terkait dengan penggunaan energi. Penyimpanan energi termal memanfaatkan material Phase yaitu material yang memiliki kemampuan untuk menyimpan energi yang tinggi dan perubahan temperatur yang kecil. Tujuan untuk mengetahui grafik *cooling* temperatur vs waktu dari sampel kalsium karbonat ($CaCO_3$), kalsium klorida dihidrat ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$) dan, kalsium klorida hexahidrat ($CaCl_2 \cdot 6H_2O$) yang nantinya hasil dari pengujian akan mengetahui transisi perubahan suhu pada material yang digunakan. Serta menjelaskan tentang proses perancangan dan pembuatan dari *chamber* bermodul peltier, dan menjelaskan berapa lama waktu yang dibutuhkan *chamber* untuk mencapai suhu $10^\circ C$. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *T-history* dengan merendamkan material pada *chamber* pemanas dan pendingin. Adapun perancangan dari *chamber* pendingin bermodul peltier menggunakan material bagian luar *stainless steel* 304 dan menggunakan insulator styrofoam, sementara hasil yang didapatkan dari pengujian *T-history* ini yaitu grafik *cooling* dari kalsium karbonat selama 250 menit mengalami suhu akhir di $10,25^\circ C$, kalsium dihidrat di $10,65^\circ C$ dan, suhu akhir kalsium klorida hexahidrat berada di $10,58^\circ C$, dan waktu yang dibutuhkan *chamber* sendiri untuk menurunkan suhu *chamber* pendingin dari $30^\circ C$ sampai ke $10^\circ C$ itu membutuhkan waktu selama 185 menit.

Kata Kunci : *Chamber* Pendingin, Metode *T-history*, Penyimpanan energi termal.

***PELTIER MODULE COOLING CHAMBER DESIGN AND T-
HISTORY TESTING OF EGGSHELL POWDER AS AN
ALTERNATIVE TO PHASE CHANGE MATERIAL USED
TEMPERATURES BELOW ROOM TEMPERATURE***

Muhammad Suryo Widianoro

*Manufacturing Engineering Technology, Faculty of Engineering, State University
of Jakarta*

ABSTRACT

Thermal energy storage methods are the simplest and most effective techniques used in building applications to improve energy efficiency in buildings and reduce the environmental impact associated with energy use. Thermal energy storage utilizes phase change materials, which are materials that have a high energy storage capacity and low temperature change. The objective is to determine the cooling temperature vs. time graph of calcium carbonate (CaCO_3), calcium chloride dihydrate ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), and calcium chloride hexahydrate ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), with the test results revealing the temperature transition in the materials used. Additionally, the process of designing and constructing the Peltier module chamber is explained, along with the time required for the chamber to reach 10°C . The method used in this study is the T-history method, involving immersing the materials in a heating and cooling chamber. The design of the Peltier module cooling chamber uses 304 stainless steel for the outer material and styrofoam insulation. The results obtained from the t-history testing show that the cooling graph of calcium carbonate over 250 minutes reached a final temperature of 10.25°C , calcium dihydrate at 10.65°C , and the final temperature of calcium chloride hexahydrate at 10.58°C . The chamber itself required 185 minutes to reduce the cooling chamber temperature from 30°C to 10°C .

Keyword: *Cooling Chamber, Thermal energy storage, T-history method.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I.....	i
LEMBAR PENGESAHAN II	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Fokus Penelitian	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Kerangka Teoritik	5
2.1.1 Thermal Energy Storage	5
2.1.2 Latent Heat Storage Material	6
2.1.3 Phase Change Materials	7
2.1.4 Klasifikasi PCM.....	10
2.1.5 Karakterisasi Termal Bubuk Cangkang Telur sebagai PCM.....	11
2.1.6 Kalsium Klorida dihidrat.....	13
2.1.7 Kalsium Klorida Heksahidrat ($\text{Ca}_2\text{Cl}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$).....	14
2.1.8 Elemen peltier	16

2.1.8 <i>T-history Method</i>	20
2.2 Produk Yang Dikembangkan	23
2.2.1 <i>Differential Scanning Calorimetry (DSC)</i>	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	25
3.2 Metode Pengembangan Produk	25
3.3 Alat dan Bahan	26
3.3.1 Alat Penelitian	26
3.3.2 Bahan Penelitian	29
3.3.3 Rancangan Metode Pengembangan	31
3.5 Teknik Pengumpulan Data	33
3.6 Teknik Analisis Data	34
BAB IV HASIL PENELITIAN	35
4.1 Hasil Pengembangan Desain <i>Prototype</i>	35
4.1.1 <i>Chamber Cooling</i> bermodul Peltier	36
4.1.2 Perakitan <i>Thermocouple type k</i>	37
4.2 Kelayakan Produk	38
4.2.1 Proses Produksi	39
4.2.2 Validasi	39
4.3 Pembahasan	40
4.3.1 Pengujian modul peltier	40
4.3.2 Pengujian modul peltier tanpa radiator	41
4.3.3 <i>Coefficient of performance modul peltier</i>	43
4.3.4 <i>Experimental t-history</i>	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan	52

5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
DAFTAR LAMPIRAN	56



Intelligentia - Dignitas



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhammad Suryo Widianoro,
NIM : 1505521037
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Prodi Teknologi Rekayasa Manufaktur
Alamat email : muhammadsuryo680@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Perancangan Chamber Pendingin Bermodul Peltier Dan Pengujian T-History Bubuk Cangkang Telur Sebagai Alternatif Phase Change Material Menggunakan Temperatur Di Bawah Suhu Ruangan

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 6 Agustus 2025

(Muhammad Suryo Widianoro)