

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN *COOLER BOX* DENGAN  
TEC UNTUK APLIKASI PENYIMPANAN VAKSIN  
MENGUNAKAN METODE VDI 2221**



**MUHAMMAD RAIHANSABIQ RAMADHAN**

**1502619070**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN *COOLER*  
*BOX* DENGAN TEC UNTUK APLIKASI  
PENYIMPANAN VAKSIN MENGGUNAKAN  
METODE VDI 2221

Penyusun : Muhammad Raihansabiq Ramadhan

NIM : 1502619070

Disetujui Oleh:

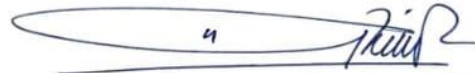
Pembimbing I,



**Dr. Ir. Himawan Hadi Sutrisno, M.T**

NIP.198105052008121002

Pembimbing II,

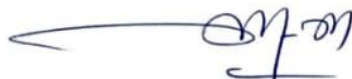


**Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T**

NIP.197604222006041001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin  
Universitas Negeri Jakarta



**Drs. Sopiyan, M.Pd.**

NIP. 196412231999031002

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN *COOLER BOX*  
DENGAN TEC UNTUK APLIKASI PENYIMPANAN VAKSIN  
MENGUNAKAN METODE VDI 2221

Penyusun : Muhammad Raihansabiq Ramadhan  
NIM : 1502619070  
Tanggal Ujian : Kamis, 18 Januari 2024

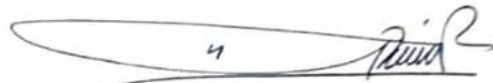
### Disetujui oleh:

Pembimbing I



**Dr. Ir. Himawan Hadi Sutrisno, M.T.**

Pembimbing II



**Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.**

### Pengesahan Panitia Ujian Skripsi :

Ketua Penguji,



**Dr. Riyadi, M.T.**

Sekretaris Sidang,



**Rani Anggrainy, M.T.**

Dosen Ahli,



**Dr. Ragil Sukarno, M.T.**

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi Pendidikan  
Universitas Negeri Jakarta



**Drs. Sopiyan, M.Pd.**

NIP. 196412231999031002

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi 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 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 ketidak benaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Januari 2024

Yang Membuat Pernyataan



M. Raihansabiq Ramadhan

No. Reg. 1502619070



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://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 Raihansabiq Ramadhan  
NIM : 1502619070  
Fakultas/Prodi : Teknik / Pendidikan Teknik Mesin  
Alamat email : raihan.sabiq@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 :

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN *COOLER BOX* DENGAN TEC UNTUK APLIKASI  
PENYIMPANAN VAKSIN MENGGUNAKAN METODE VDI 2221

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, 31 Januari 2024

Penulis

(Muhammad Raihansabiq Ramadhan)  
*nama dan tanda tangan*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberi rahmat dan hidayah-Nya kepada saya, sehingga dapat menyelesaikan pembuatan Skripsi yang berjudul “PERENCANAAN DAN PEMBUATAN COOLER BOX DENGAN TEC UNTUK APLIKASI PENYIMPANAN VAKSIN MENGGUNAKAN METODE VDI 2221”, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan pertolongan-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Komarudin, M.Si., selaku Rektor Universitas Negeri Jakarta
3. Ibu Dr. Uswatun Hasanah, M.Si., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta
4. Bapak Drs. Sopiyan, M.Pd., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
5. Bapak Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T. selaku Dosen Pembimbing.
6. Bapak Dr. Ir. Himawan Hadi Sutrisno, M.T. selaku Dosen Pembimbing
7. Kedua Orang tua, anggota keluarga, yang selalu memberikan doa, dorongan moral, material dan spiritual setiap waktu.

Saya menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari sempurna untuk itu saya sangat mengharapkan kritrik dan saran yang sangat membangun. Semoga penulisan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi saya dan bagi semua pihak.

Jakarta, Januari 2024

Penyusun,



M. Raihansabiq Ramadhan

No. Reg. 1502619070

**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN *COOLER BOX* DENGAN TEC  
UNTUK APLIKASI PENYIMPANAN VAKSIN MENGGUNAKAN  
METODE VDI 2221**

**Muhammad Raihansabiq Ramadhan**

**Dosen Pembimbing : Dr.Ir. Himawan Hadi Sutrisno, M.T. dan Dr. Darwin  
Rio Budi Syaka, M.T.**

**ABSTRAK**

Terobosan baru dalam pendingin adalah penggunaan *thermoelectric* sebagai alternatif karena hemat energi, memiliki umur panjang dan portabel. Teknologi *cooler box* ini memungkinkan penyimpanan obat dan vaksin di tempat yang mudah dijangkau dan jauh karena *cooler box* ini memiliki sistem stabilisasi suhu yang optimal. Penggunaan *cooler box* di pasaran masih belum bisa menyimpan vaksin secara efektif dan perlu mengoptimalkan metode perencanaan dan pembuatan pada *cooler box* vaksin berbasis *thermoelectric cooler*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rancangan *cooler box* yang sesuai dengan metode VDI 2221. Mengetahui varian yang terbaik dalam menentukan komponen-komponen *thermoelectric cooler* yang digunakan. Setelah dianalisa hasil terbaik dalam perancangan *cooler box* vaksin menggunakan pendingin *Thermoelectric Cooler* (TEC) dengan proses perancangan menggunakan metode VDI 2221 dengan menyeleksi hasil varian yang sudah didapatkan. Dengan hasil yang diperoleh yaitu rancangan varian paling optimal terdapat pada varian 2 dengan suhu dingin yang dihasilkan  $4,8^{\circ}\text{C}$  dan menurunkan suhu panas pada peltier sehingga peltier dapat menghasilkan suhu dingin yang maksimal.

**Kata Kunci :** *Cooler Box*, Metode VDI 2221, *Thermoelectric cooler*, Vaksin



**PLANNING AND MANUFACTURING COOLER BOXES WITH TEC FOR  
VACCINE STORAGE APPLICATIONS USING THE VDI 2221 METHOD**

**Muhammad Raihansabiq Ramadhan**

**Lecturer Advisor : Dr.Ir. Himawan Hadi Sutrisno, M.T. and Dr. Darwin Rio**

**Budi Syaka, M.T.**

**ABSTRACT**

*A new breakthrough in refrigeration is the use of thermoelectric as an alternative because it is energy efficient, has a long lifespan and is portable. This cooler box technology allows storage of drugs and vaccines in accessible and distant places because this cooler box has an optimal temperature stabilization system. The use of cooler boxes on the market still cannot store vaccines effectively and it is necessary to optimize the planning and manufacturing methods of thermoelectric cooler-based vaccine cooler boxes. This research aims to determine the cooler box design in accordance with the VDI 2221 method. Knowing the best variant in determining the thermoelectric cooler components used. After analyzing the best results in designing a vaccine cooler box using a Thermoelectric Cooler (TEC) cooler with a design process using the VDI 2221 method by selecting the results of the variants that have been obtained. With the results obtained, the most optimal variant design is in variant 2 with a cold temperature of 4.8°C and lowering the heat temperature on the peltier so that the peltier can produce maximum cold temperatures.*

**Keywords:** Cooler box, Thermoelectric cooler, Vaccine, VDI 2221 method



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN UJUIAN SKRIPSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Kerangka Teoritik.....	5
2.1.1 Vaksin.....	5
2.1.2 TEC ( <i>Thermoelectric Cooler</i> ).....	6
2.1.3 Box Pendingin.....	15
2.1.4 Metode VDI 2221.....	15
2.2 Penelitian yang Relevan.....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
3.1 Alat dan Bahan.....	19
3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	20
3.3 Metode Penelitian.....	20
3.4 Diagram Alur Penelitian.....	20
3.4.1 Mulai.....	21

3.4.2	Identifikasi Masalah.....	21
3.4.3	Studi Literatur.....	21
3.4.4	Menentukan Rancangan Menggunakan metode VDI 221.....	21
3.4.5	Daftar Prinsip Solusi Subfungsi.....	21
3.4.6	Apakah Rancangan Yang Dihasilkan Sudah Sesuai.....	21
3.4.7	Perancangan Konsep.....	21
3.4.8	Perancangan Wujud.....	22
3.4.9	Perancangan Terinci.....	22
3.4.10	Kesimpulan.....	22
3.4.11	Selesai.....	22
3.5	Rancangan Penelitian.....	22
3.5.1	Perancangan Sistem Pendingin Untuk <i>Cooling Box</i> .....	22
3.5.2	Perancangan VDI 2221 Dalam Membuat <i>cooler box</i> Dengan TEC.....	23
3.5.2	Bahan Penelitian.....	24
3.6	Data dan Sumber Data.....	24
3.7	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data.....	24
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1	Deskripsi Hasil Penelitian.....	26
4.2	Rancangan Cooler Box Dengan TEC.....	26
4.2.1	<i>Cooler Box</i> .....	27
4.2.2	Peltier.....	27
4.2.3	<i>Waterblock</i> .....	28
4.2.4	<i>Coldsink</i> .....	28
4.2.5	Radiator.....	28
4.2	Daftar Prinsip Solusi Subfungsi.....	29
4.3	Perancangan Konsep ( <i>Conceptual Design</i> ).....	37
4.3.1	Beban Pendingin.....	37
4.4	Perancangan Wujud ( <i>Embodiment Design</i> ).....	38
4.4.1	Perencanaan Box Pendingin.....	39
4.4.2	Perencanaan TEC ( <i>Thermoelectric Cooler</i> ).....	40
4.4.3	Perencanaan Penyusunan Peltier.....	46

4.4.4 Perencanaan Sumber Daya.....	47
4.4.5 Perencanaan Skema Box Pendingin Dengan TEC.....	48
4.5 Perancangan Terinci ( <i>Detail Design</i> ).....	50
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>55</b>
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>59</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Suhu Penyimpanan Vaksin.....	6
Tabel 2.2 Daya Tahan Tempat Penyimpanan Vaksin.....	15
Tabel 4.1 Spesifikasi Awal.....	27
Tabel 4.2 Prinsip Solusi Sub Fungsi.....	28
Tabel 4.3 Kombinasi prinsip solusi sub fungsi.....	29
Tabel 4.4 Varian 1.....	30
Tabel 4.5 Varian 2.....	31
Tabel 4.6 Varian 3.....	32
Tabel 4.7 Varian 4.....	33
Tabel 4.8 <i>Selection Chart</i> .....	34
Tabel 4.9 Hasil Seleksi Varian.....	34
Tabel 4.10 Box Pendingin.....	37
Tabel 4.10 Data Peltier TEC1-12710.....	40
Tabel 4.11 Data <i>Coldsink</i> .....	40
Tabel 4.12 Data <i>Waterblock</i> .....	41
Tabel 4.13 Data Hasil <i>Fan</i> .....	42
Tabel 4.14 Data Radiator.....	43
Tabel 4.15 Data Selang Dan Pompa Air.....	44
Tabel 4.16 Data Hasil Peltier.....	46
Tabel 4.17 Data Sumber Daya.....	46
Tabel 4.18 Proses Perakitan Alat.....	50
Tabel 4.19 Perincian Biaya Pembuatan <i>Cooler Box</i> Dengan TEC.....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Termoelektrik Dialiri Arus DC.....	7
Gambar 2.2 Proses Pendingin Termoelektrik .....	7
Gambar 2.3 Prinsip Kerja <i>Thermoelectric Cooler</i> .....	9
Gambar 2.4 Komponen TEC.....	9
Gambar 2.5 Sirip.....	10
Gambar 2.6 Kipas ( <i>Fan</i> ).....	10
Gambar 2.7 Baterai.....	11
Gambar 2.8 <i>Waterblock</i> .....	12
Gambar 2.9 Radiator.....	12
Gambar 2.10 Pompa Air Mini.....	13
Gambar 2.11 <i>Watercoolant</i> .....	13
Gambar 3.1 Diagram Alur .....	20
Gambar 3.2 Skema Desain.....	23
Gambar 3.3 Desain Awal Box Pendingin.....	23
Gambar 4.1 <i>Cooler Box</i> .....	27
Gambar 4.2 Peltier.....	27
Gambar 4.3 <i>Waterblock</i> .....	28
Gambar 4.4 <i>Coldsink</i> .....	28
Gambar 4.5 Radiator.....	28
Gambar 4.6 Varian 1 Box Pendingin.....	31
Gambar 4.7 Varian 2 Box Pendingin.....	32
Gambar 4.8 Varian 3 Box Pendingin.....	34
Gambar 4.9 Varian 4 Box Pendingin.....	35
Gambar 4.10 Layout Awal Varian 2.....	37
Gambar 4.11 Desain Layout Awal Box Pendingin.....	39
Gambar 4.12 Posisi Komponen Pendingin.....	40
Gambar 4.13 Box Pendingin Setelah Modifikasi.....	40
Gambar 4.14 Peltier TEC1 – 12710.....	41
Gambar 4.15 <i>Coldsink</i> .....	42

Gambar 4.16 <i>Waterblock</i> .....	42
Gambar 4.17 <i>Fan</i> .....	43
Gambar 4.18 <i>Watercoolant</i> .....	44
Gambar 4.19 Radiator.....	44
Gambar 4.20 Selang dan Pompa Air.....	45
Gambar 4.21 Sisi Dingin Dan Panas Pada Peltier.....	46
Gambar 4.22 Penyusunan Peltier.....	46
Gambar 4.23 Sumber Daya.....	47
Gambar 4.24 Skema Box Pendingin Dengan TEC.....	48
Gambar 4.25 Skema Box Pendingin 2 Peltier.....	49
Gambar 4.26 Cara Kerja Box Pendingin Dengan TEC.....	49
Gambar 4.27 Hasil Pembuatan Cooler Box.....	53

