

**SKRIPSI**  
**ANALISA TERMODINAMIKA DAN DESAIN SISTEM**  
**PENDINGIN ABSORPSI LiBr UNTUK KABIN MOBIL YANG**  
**DIPARKIR**



*Mencerdaskan &  
Memartabatkan Bangsa*

**DISUSUN OLEH:**

**JEFF MICHAEL JOHANES**

**1520620021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2024**

## ABSTRAK

Terjadi peningkatan jumlah unit mobil penumpang di DKI Jakarta, salah satu faktor terjadinya peningkatan tersebut adalah persepsi kenyamanan terhadap penggunaan mobil. Permasalahannya, saat mobil diparkir pada ruang terbuka saat siang hari, mobil akan terpapar oleh sinar matahari yang dapat mengakibatkan peningkatan temperatur udara di dalam kabin mobil sehingga bisa menyebabkan kerusakan pada kompartemen mobil dan ketidaknyamanan termal. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan sistem pendingin absorpsi dengan fluida kerja berupa H<sub>2</sub>O-LiBr sebagai sistem pendingin alternatif. Namun, penggunaan air sebagai refrigeran menyebabkan komponen yang dibutuhkan lebih besar. Hal tersebut menjadikan penelitian ini berfokus pada analisa secara termodinamika dan analisa performa kerja sistem pendingin absorpsi serta mendesain mesin pendingin absorpsi H<sub>2</sub>O-LiBr agar dapat diaplikasikan pada kabin mobil yang terparkir. Penelitian dimulai dengan parameter yang dibutuhkan. Parameter yang didapatkan selanjutnya akan dikalkulasikan berdasarkan persamaan yang telah didapatkan. Pada penelitian ini, perhitungan-perhitungan dalam analisa termodinamika, analisa performa kerja, dan perancangan desain sistem pendingin absorpsi dilakukan dengan menggunakan *software Engineering Equation Solver (EES)*. Berdasarkan parameter yang didapatkan, perhitungan analisa termodinamika menggunakan EES menghasilkan nilai COP sebesar 0.7682. Hasil analisa performa sistem pendingin absorpsi terhadap temperatur keluar generator menunjukkan bahwa semakin besar temperatur keluar generator maka semakin besar juga nilai COP yang dihasilkan. Desain komponen yang telah dilakukan menghasilkan generator dengan tebal 5.1 mm dan tinggi total generator 1435 mm. Kondensor dengan luas permukaan 0.0297 m<sup>2</sup> dan luas total permukaan tube dan fin sebesar 4.783 m<sup>2</sup>. Evaporator dengan luas permukaan 0.03367 m<sup>2</sup> dan luas total permukaan tube dan fin sebesar 5.703 m<sup>2</sup>. Absorber dengan luas permukaan 0.03129 m<sup>2</sup> dan luas total permukaan tube dan fin sebesar 4.826 m<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** sistem pendingin absorpsi, H<sub>2</sub>O-LiBr, termodinamika.

## **ABSTRACT**

*There has been an increase in the number of passenger car units in DKI Jakarta, one of the factors for the increase is the perception of comfort in the use of cars. The problem is, when the car is parked in an open space during the day, the car will be exposed to sunlight which can result in an increase in the air temperature in the car cabin so that it can cause damage to the car compartment and thermal discomfort. Therefore, in this study, an absorption cooling system with a working fluid in the form of H<sub>2</sub>O-LiBr is used as an alternative cooling system. However, the use of water as a refrigerant leads to the required components being larger. This makes this research focus on thermodynamic analysis and analysis of the work performance of the absorption cooling system as well as designing the H<sub>2</sub>O-LiBr absorption cooling engine so that it can be applied to parked car cabins. The research begins with the required parameters. The parameters obtained will then be calculated based on the equations that have been obtained. In this study, calculations in thermodynamic analysis, work performance analysis, and absorption cooling system design design were carried out using Engineering Equation Solver (EES) software. Based on the parameters obtained, the calculation of thermodynamic analysis using EES resulted in a COP value of 0.7682. The results of the analysis of the performance of the absorption cooling system against the generator outlet temperature show that the larger the generator outlet temperature, the greater the COP value produced. The design of the components that has been carried out results in a generator with a thickness of 5.1 mm and a total generator height of 1435 mm. The condenser has a surface area of 0.0297 m<sup>2</sup> and a total surface area of tubes and fins of 4,783 m<sup>2</sup>. The evaporator has a surface area of 0.03367 m<sup>2</sup> and a total surface area of tubes and fins of 5,703 m<sup>2</sup>. The absorber has a surface area of 0.03129 m<sup>2</sup> and a total surface area of tubes and fins of 4,826 m<sup>2</sup>.*

**Keywords:** *absorption cooling system, H<sub>2</sub>O-LiBr, thermodynamics*

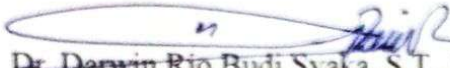
## LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : Analisa Termodinamika dan Desain Sistem Pendingin  
Absorpsi LiBr untuk Kabin Mobil yang Diparkir  
Penyusun : Jeff Michael Johanes  
NIM : 1520620021

Disetujui Oleh:

Pembimbing I


Pembimbing II

  
Dr. Darwin Rio Budi Syaka, S.T., M.T.  
NIP. 197604222006041001

  
Dr. Ragil Sukarno, S.T., M.T.  
NIP. 197902112012121001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi S1 Teknik Mesin  
Universitas Negeri Jakarta,

  
Dr. Ragil Sukarno, S.T., M.T.  
NIP. 197902112012121001

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

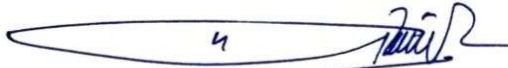
Judul : Analisa Termodinamika dan Desain Sistem Pendingin  
Absorpsi LiBr untuk Kabin Mobil yang Diparkir  
Penyusun : Jeff Michael Johanes  
NIM : 1520620021  
Tanggal Ujian : Senin, 15 Juli 2024

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Pembimbing II



Dr. Darwin Rio Budi Syaka, S.T., M.T.  
NIP. 197604222006041001

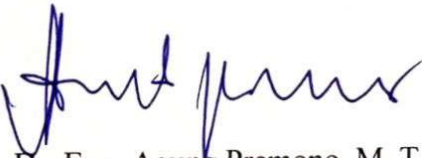
Dr. Ragil Sukarno, S.T., M.T.  
NIP. 197902112012121001

### Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

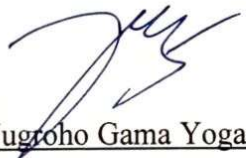
Ketua Penguji

Anggota Penguji I,

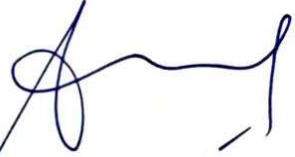
Anggota Penguji II,



Dr. Eng. Agung Premono, M. T.  
NIP. 197705012001121002




Nugroho Gama Yoga, M.T.  
NIP. 197602052006041001



Ahmad Kholil, S.T., M.T.  
NIP. 19790831200501101

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Mesin



Dr. Ragil Sukarno, M.T.  
NIP. 197911022012121001

## 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, 17 Juli 2024

Yang membuat pernyataan



Jeff Michael Johanes

No. Reg. 1520620021



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 : Jeff Michael Johanes  
NIM : 1520620021  
Fakultas/Prodi : Teknik/S1 Teknik Mesin  
Alamat email : Jeffmichaeljohanes@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 :

Analisa Termodinamika dan Desain Sistem Pendingin Absorpsi LiBr untuk Kabin Mobil yang Diparkir

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, 24 Juli 2024

Penulis

( Jeff Michael Johanes )  
nama dan tanda tangan

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha ESA karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “Analisa Termodinamika dan Desain Sistem Pendingin Absorpsi LiBr untuk Kabin Mobil yang Diparkir” dengan baik dan tepat pada waktunya. Proposal skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam menyusun dan menyelesaikan proposal skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Darwin Rio Budi Syaka, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah memberikan arahan, pengajaran, dan dukungan penuh kepada penulis selama proses pengerjaan proposal skripsi.
2. Bapak Dr. Ragil Sukarno, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta dan selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah memberikan banyak arahan dan masukan kepada penulis untuk meningkatkan kualitas penelitian ini.
3. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi S1 Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu pengetahuan dalam bidang akademik maupun diluar akademik selama penulis melaksanakan kegiatan perkuliahan.
4. Kedua Orang Tua khususnya Ibu yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi serta dukungan agar Penulis dapat menyusun laporan proposal skripsi dengan baik.
5. Kakak dan adik yang telah memberi dukungan dan motivasi kepada Penulis dalam menyusun proposal skripsi.
6. Teman-teman mahasiswa S1 teknik mesin angkatan 2020 yang telah menemani penulis dan selalu mendukung penulis dalam mengerjakan laporan proposal skripsi.



Penulis berharap semoga proposal skripsi ini dapat memberikan masukan yang bermanfaat bagi penulis dan para pembaca serta teman-teman mahasiswa pada khususnya. Penulis juga menyadari masih banyak kekurangan dalam menyelesaikan proposal skripsi ini. Oleh karena itu Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Jakarta, 27 November 2023

Jeff Michael Johanes

NIM 1520620021



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Rumusan Masalah .....	5
1.5 Tujuan Penelitian .....	6
1.6 Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Mesin Pendingin .....	7
2.1.1 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap.....	7
2.1.2 Siklus Refrigerasi Absorpsi .....	8
2.2 Komponen Siklus Refrigerasi Absorpsi.....	9
2.2.1 Generator.....	10
2.2.2 Absorber .....	10
2.2.3 Kondensor .....	10
2.2.4 Evaporator .....	11
2.2.5 Katup Ekspansi .....	11
2.2.6 Pompa.....	12
2.3 Fluida Kerja Siklus Refrigerasi Absorpsi .....	12
2.3.1 Larutan Air-Amonia.....	12
2.3.2 Larutan Air-Lithium Bromida.....	13
2.4 Perpindahan Panas .....	15

2.4.1	Konduksi .....	15
2.4.2	Konveksi .....	16
2.4.3	Radiasi.....	16
2.5	Analisa Rumus Termodinamika Siklus Refrigerasi Absorpsi .....	17
2.5.1	Keseimbangan Massa dan Energi .....	19
2.5.2	<i>Coefficient of Performance (COP)</i> .....	22
2.6	<i>Fin and Tube Heat Exchanger</i> .....	23
2.7	Perancangan <i>Finned Tube Bundles with Continuous Fins</i> .....	24
2.7.1	Analisa Termodinamika pada Alat Penukar Kalor .....	24
2.7.2	Analisa Sifat Aliran Fluida.....	24
2.7.3	Koefisien Perpindahan Panas Konveksi .....	25
2.7.4	Efisiensi Sirip .....	26
2.7.5	Koefisien Perpindahan Panas Konveksi Keseluruhan .....	26
2.7.6	Luas Permukaan Alat Penukar Kalor .....	27
2.8	Perancangan Bejana Tekan .....	28
2.8.1	Ketebalan Minimum Dinding Tabung .....	28
2.8.2	Perhitungan <i>Head</i> pada Bejana Tekan .....	29
2.9	<i>Engineering Equation Solver (EES)</i> .....	30
2.10	Penelitian Terkait.....	30
2.11	Kerangka Berpikir .....	40
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>41</b>
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	41
3.1.1	Tempat Pelaksanaan Penelitian.....	41
3.1.2	Waktu Pelaksanaan Penelitian .....	41
3.2	Alat dan Bahan .....	41
3.3	Diagram Alir Penelitian .....	42
3.4	Skema Penelitian (Siklus Refrigerasi Absorpsi).....	43
3.5	Matriks Penelitian .....	44
3.6	Asumsi-Asumsi Penelitian .....	45
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>46</b>
4.1	Penentuan Data Kondisi Awal Rancangan .....	46
4.2	Analisa Termodinamika Menggunakan EES .....	48
4.3	Analisa Diagram P-h Berdasarkan Matriks Penelitian.....	49
4.4	Analisa Performa Berdasarkan Matriks Penelitian .....	52

4.5	Kelayakan Sistem Pendingin Absorpsi H <sub>2</sub> O-LiBr.....	56
4.6	Perancangan dan Desain Komponen.....	57
4.6.1	Perancangan Generator .....	57
4.6.2	Perancangan Kondensor.....	60
4.6.3	Perancangan Evaporator.....	64
4.6.4	Perancangan Absorber .....	66
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>68</b>
5.1	Kesimpulan .....	68
5.2	Saran.....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>70</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>75</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait Sistem Pendingin Absorpsi H <sub>2</sub> O-LiBr .....	30
Tabel 3.1 Matriks Penelitian .....	45
Tabel 4.1 Hasil Analisa Termodinamika .....	48
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Performa Sistem Refrigerasi Absorpsi.....	48
Tabel 4.3 Nilai Entalpi Berdasarkan Temperatur Keluar Generator.....	50
Tabel 4.4 Analisa Performa Kerja Sistem Pendingin.....	53
Tabel 4.5 Parameter Generator .....	57
Tabel 4.6 Parameter Kondesor .....	61
Tabel 4.7 Spesifikasi Kipas Kondensor .....	62
Tabel 4.8 Spesifikasi <i>Surface</i> 8.0-3/8T .....	63
Tabel 4.9 Parameter Evaporator.....	64
Tabel 4.10 Parameter Parameter Absorber .....	66



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aliran Kerja Siklus Refrigerasi Kompresi Uap.....	7
Gambar 2.2 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap pada Diagram P-h dan T-s.....	8
Gambar 2.3 Siklus Refrigerasi Absorpsi.....	9
Gambar 2.4 Kondensor Pipa U .....	10
Gambar 2.5 Evaporator .....	11
Gambar 2.6 Katup Ekspansi .....	11
Gambar 2.7 Pompa .....	12
Gambar 2.8 Tabel <i>Thermophysical Properties</i> H <sub>2</sub> O-LiBr .....	14
Gambar 2.9 Diagram Tekanan-Temperatur-Konsentrasi H <sub>2</sub> O-LiBr .....	15
Gambar 2.10 Skema Aliran pada Generator .....	19
Gambar 2.11 Skema Aliran pada Kondensor .....	20
Gambar 2.12 Skema Aliran pada Evaporator .....	21
Gambar 2.13 Skema Aliran pada Absorber .....	21
Gambar 2.14 Klasifikasi <i>Fin and Tube Heat Exchanger</i> Berdasarkan Siripnya ...	23
Gambar 2.15 <i>Head</i> Tipe Torispherical .....	29
Gambar 2.16 Kerangka Berpikir .....	40
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	42
Gambar 3.2 Skema Siklus Refrigerasi Absorpsi H <sub>2</sub> O-LiBr .....	43
Gambar 3.3 Skema Sistem Pendingin Absorpsi H <sub>2</sub> O-LiBr yang Dirancang .....	44
Gambar 3.4 Skema Sistem Pendingin Absorpsi H <sub>2</sub> O-LiBr pada Mobil .....	44
Gambar 4.1 Penentuan Fraksi Massa LiBr .....	47
Gambar 4.2 Diagram P-h pada 90°C .....	49
Gambar 4.3 Diagram P-h pada 85°C .....	50
Gambar 4.4 Diagram P-h pada 80°C .....	51
Gambar 4.5 Diagram P-h pada 75°C .....	51
Gambar 4.6 Diagram P-h pada 70°C .....	52
Gambar 4.7 Fraksi Massa LiBr Kuat Berdasarkan Matriks Penelitian .....	53
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Fraksi Massa LiBr Kuat Terhadap Laju Aliran Massa air .....	54
Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Temperatur Keluar Generator Terhadap Nilai Laju Perpindahan Panas .....	54

Gambar 4.10 Grafik Analisa Performa Sistem Pendingin .....	55
Gambar 4.11 Diagram P-h Sistem Pendingin Kompresi Uap Refrigeran R-314a .....	56
Gambar 4.12 Desain Generator .....	60
Gambar 4.13 Kipas Kondensor .....	61
Gambar 4.14 <i>Surface</i> 8.0-3/8T .....	62
Gambar 4.15 Hasil Perhitungan EES Kondensor .....	63
Gambar 4.16 Desain Kondensor .....	64
Gambar 4.17 Hasil Perhitungan EES Evaporator .....	65
Gambar 4.18 Desain Evaporator .....	65
Gambar 4.19 Hasil Perhitungan EES Absorber .....	67
Gambar 4.20 Desain Absorber .....	67



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Function</i> LiBrSSC pada Program EES.....	75
Lampiran 2 Kode Program EES untuk Analisa Termodinamika Sistem Refrigerasi Absorpsi .....	80
Lampiran 3 Tabel Spesifikasi Material pada Perancangan Generator .....	82
Lampiran 4 Tabel Penentuan Nilai sf pada Perancangan Generator.....	83
Lampiran 5 <i>Fouling factor</i> .....	83
Lampiran 6 Kode Program EES untuk Perancangan Kondensor.....	84
Lampiran 7 Kode Program EES untuk Perancangan Evaporator .....	85
Lampiran 8 Kode Program EES untuk Perancangan Asorber .....	87
Lampiran 9 Gambar Teknik Generator .....	89
Lampiran 10 Gambar Teknik Kondensor .....	90
Lampiran 11 Gambar Teknik Evaporator .....	90
Lampiran 12 Gambar Teknik Absorber .....	91