

SKRIPSI

PERANCANGAN KOTAK PENDINGIN (COOLBOX)
TENAGA SURYA



A. DIMAS PRIYADI
03091005028

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2010

621.4970 7

Dis
P
2014

27 271 / 27953



SKRIPSI

**PERANCANGAN KOTAK PENDINGIN (COOLBOX)
TENAGA SURYA**



**A. DIMAS PRIYADI
03091005028**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014**

SKRIPSI

**PERANCANGAN KOTAK PENDINGIN (*COOLBOX*)
TENAGA SURYA**



**A. DIMAS PRIYADI
03091005028**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014**

SKRIPSI
PERANCANGAN KOTAK PENDINGIN (COOLBOX)
TENAGA SURYA

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Mesin



A. DIMAS PRIYADI
03091005028

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014

HALAMAN PENGESAHAN

**PERANCANGAN KOTAK PENDINGIN (COOLBOX) TENAGA
SURYA**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**A. DIMAS PRIYADI
03091005028**

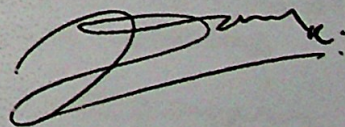
Inderalaya, September 2014

**Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Mesin,**



**Qomarul Hadi, ST, MT
NIP. 19690213 199503 1 001**

**Diperiksa dan Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing,**



**Ir. H. M. Zahri Kadir, MT
NIP. 19590823 198903 1 001**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

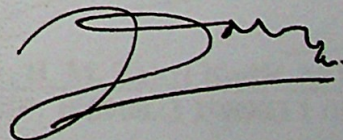
Agenda No : 007/TA/TA/2014
Diterima Tanggal : 19/9-2014
Paraf : *Vaf*

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : A. DIMAS PRIYADI
NIM : 03091005028
Jurusan : TEKNIK MESIN
Bidang Studi : KONVERSI
Judul : PERANCANGAN KOTAK PENDINGIN (COOLBOX)
TENAGA MATAHARI
Diberikan : November 2013
Selesai : Agustus 2014

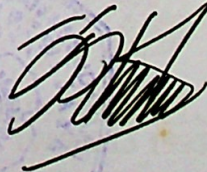
Indralaya, Agustus 2014

Diperiksa dan Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing,



Ir. H. M. Zahri Kadir, MT
19590823 198903 1 001

Mengetahui :
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Oomarul Hadi, ST, MT
19690213 199503 1 001

HALAMAN PERSETUJUAN

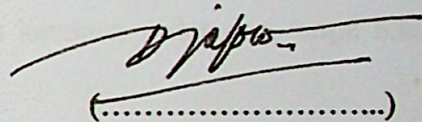
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Perancangan Kotak Pendingin (Coolbox) Tenaga Surya” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 10 September 2014.

Inderalaya, September 2014

Tim Penguji Skripsi

Ketua :

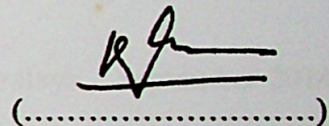
1. Ir. Dyos Santoso, MT
NIP. 19601223 199102 1 001



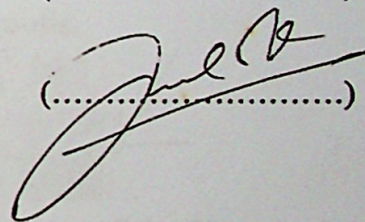
(.....)

Anggota :

2. Prof. Dr. Ir. Kaprawi Sahim, DEA.
NIP. 19570118 198503 1 004
3. H. Ismail Thamrin, ST, MT
NIP. 19720902 199702 1 001



(.....)

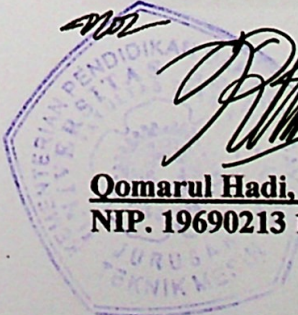
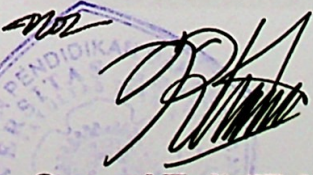


(.....)

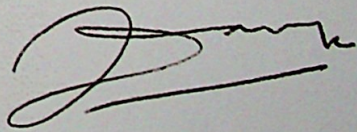
Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Dosen Pembimbing,



Qomarul Hadi, ST, MT
NIP. 19690213 199503 1 001



Ir. H. M. Zahri Kadir, MT
NIP. 19590823 198903 1 001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : A. Dimas Priyadi

NIM : 03091005028

Judul : Perancangan Kotak Pendingin (*Coolbox*) Tenaga Matahari

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, September 2014

Penulis,



A. Dimas Priyadi
NIM. 03091005028

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : A. Dimas Priyadi

NIM : 03091005028

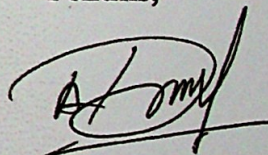
Judul : Perancangan Kotak Pendingin (Coolbox) Tenaga Surya

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, September 2014

Penulis,



A. Dimas Priyadi
NIM. 03091005028

MOTO SERTA PERSEMBAHAN

- *Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. (Q.S Al-Insyirah .6)*
- *Ilmu itu hanya akan didapatkan dengan merendahkan diri dan memperhatikan. (Al-Imam Ghozali)*
- *Jangan belajar untuk menjadi sukses, tapi untuk membesarkan jiwa. (Ranchodas Shamaldas Chanchad)*

Karya kecil ini kupersembahkan untuk:

- *ALLAH SWT ,segala puji hanya bagi- Mu ,Tuhan semesta alam.*
- *Bapak dan Ibu yang kusayang*
- *Kekasihku yang kucintai*
- *Keluarga besar Teknik Mesin Unsri.*
- *Almamaterku (Universitas Sriwijaya)*

RINGKASAN

**JURUSAN TEKNIK MESIN, FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS
SRIWIJAYA**

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 10 September 2014

A. Dimas Priyadi, Dibimbing oleh M. Zahri Kadir.

Perancangan Kotak Pendingin (*Coolbox*) Tenaga Surya.

xv + 47 halaman, 12 lampiran

Sumber energi yang digunakan pada sistem pendingin adsorpsi mudah didapat seperti energi surya. Sumber energi sistem ini ramah lingkungan dan sangat ekonomis. Pada penelitian ini digunakan kotak pendingin (*coolbox*) berbahan dasar *styrofoam* untuk penyimpanan minuman dengan sumber energi panas berupa energi surya dan menggunakan methanol karbon aktif sebagai kombinasi refrigeran dan adsorben. Untuk mengetahui efek pendinginan dari kombinasi methanol karbon aktif dan pengaruh intensitas cahaya matahari. Maka dilakukan proses perakitan *coolbox* terlebih dahulu, lalu dilanjutkan dengan pengujian *coolbox* selama tiga hari. Dari hasil pengujian dengan intensitas cahaya matahari $393,4 \text{ W/m}^2$ didapat suhu maksimum adsorber $61,4^\circ\text{C}$ dan suhu evaporator yang paling rendah adalah $18,1^\circ\text{C}$. Sedangkan dengan intensitas cahaya matahari $245,6 \text{ W/m}^2$ didapat suhu maksimum adsorber $44,1^\circ\text{C}$ dan suhu minimum evaporator $19,8^\circ\text{C}$. Nilai COP tertinggi yang didapat adalah 0,547.

Kata kunci : Adsorpsi, Coolbox, COP, Karbon Aktif, Methanol, Sistem Pendingin.

SUMMARY

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING, FACULTY OF
ENGINEERING, SRIWIJAYA UNIVERSITY

Scientific Paper in the form of Skripsi, 10th September 2014

A. Dimas Priyadi, supervised by M. Zahri Kadir

Design of Solar Powered Coolbox

xv + 47 pages, 12 attachment

Energy sources used in adsorption cooling system is easily obtained like solar energy. This system of energy sources environmentally friendly and very economical. This research used the coolbox made from Styrofoam for storage of beverages with thermal energy sources such as solar energi and using methanol activated carbon as adsorbent and refrigerant combinations. To determine the cooling effect of the combination of methanol activated carbon and the effect of solar light intensity. First of all, assembly process of coolbox, then testing the coolbox for three days. From the test result with solar light intensity $393,4 \text{ W/m}^2$ obtained the highest adsorber temperature is $61,4^\circ\text{C}$ and the lowest evaporator temperature is $18,1^\circ\text{C}$. While with $245,6$ of solar light intensity obtained the highest adsorber temperature is $245,6 \text{ W/m}^2$ and the lowest evaporator temperature is $19,8^\circ\text{C}$. The highest COP values is $0,547$.

Keywords : *Adsorption, Coolbox, COP, Activated Carbon, Methanol, Refrigeration System.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, karunia, dan anugrah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat bagi seorang mahasiswa untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, adapun pihak tersebut :

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat-Nya.
2. Bapak Ir. H. M. Zahri Kadir, M.T. Dosen Pembimbing skripsi sekaligus pembimbing akademik yang dengan ikhlas dan tulus telah membimbing, mengarahkan, mendidik, dan memotivasi penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
3. Bapak Qomarul Hadi, S.T. M.T. Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak. Ir. Dyos Santoso, M.T Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Helmy Alian, M.T selaku dosen pembimbing akademik.
6. Staf Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah banyak memberikan ilmu, pengetahuan, dan wawasan.
7. Staf Administrasi di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
8. Keluarga Penulis, terutama buat Bapak dan ibu atas harapan doa dan dukungannya hingga yang selalu memberikan dukungan mental, materil, dan spiritual, serta doa.
9. Teman-teman KBK Konversi Energi 2009, terima kasih untuk dukungan dan semangatnya.

10. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin angkatan 2009, "*solidarity forever*".
11. Keluarga Besar Fakultas Teknik Unsri.
12. Seluruh keluarga besar civitas akademika Universitas Sriwijaya.

Dalam penulisan skripsi ini, mungkin terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran serta masukan yang bersifat membangun sangat Penulis diharapkan untuk membantu dalam perbaikan.

Penulis mengharapkan semoga skripsi dengan judul "*Perancangan Kotak Pendingin (Coolbox) Tenaga Matahari*" dapat berguna dan memberikan manfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta menjadi referensi bagi yang akan mengkajinya di masa yang akan datang.

Indralaya, September 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Metode Penelitian	2
1.7 Sistematika Penulisan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Sistem Pendingin	5
2.2. Sistem Pendingin Adsorpsi.....	6
2.3.Prinsip Kerja Sistem Pendingin Adsorpsi.....	8
2.4 Energi Panas Matahari.....	9
2.5. Adsorpsi.....	10
2.6. Adsorben.....	11
2.7. Karbon Aktif.....	12
2.8. Analisa Termodinamika	14
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Metode Penelitian	17
3.2. Lokasi Penelitian	17
3.3. Alat dan Bahan	18
3.3.1. Bahan	18

3.1.2. Alat	19
3.4. Rancangan <i>Coolbox</i>	20
3.5. Prosedur Pengujian <i>Coolbox</i>	22
3.6. Diagram Alir Penelitian.....	24

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Perancangan.....	25
4.1.1. Spesifikasi Rancangan	25
4.1.2. Perancangan Secara Teoritis	25
4.2. Hasil Pengujian	31
4.2.1. Pengujian Hari Pertama	32
4.2.2. Pengujian Hari Kedua	33
4.2.3. Pengujian Hari Ketiga	36
4.2.4. Pengujian Hari Keempat	39
4.3. Analisa dan Pembahasan	43
4.3.1. Pengaruh Suhu Lingkungan (Tling) dan Intensitas Rata-rata Matahari (I) Terhadap Suhu Desorpsi (T2)	43
4.3.2. Pengaruh Suhu Lingkungan (Tling) Terhadap Suhu Evaporator (Tevap) Saat Proses Adsorpsi.....	44
4.3.3. Pengaruh Kenaikan Suhu Desorpsi Terhadap Penurunan Suhu Evaporaot Saat Proses Adsorpsi	45

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	47
5.2. Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar :	Halaman
2.1 Siklus Dasar Mesin Kalor	6
2.2 Diagram $\ln P - (-1/T) - x$ dari Sistem Pendingin Adsorpsi	8
2.3 Skema Dasar Sistem Refrigerasi Adsorpsi	9
2.4 Siklus Dasar Adsorpsi	10
2.5 Karbon Aktif	13
3.1 Karbon Aktif	18
3.2 Methanol	18
3.3 Termometer Digital	19
3.4 Manometer/ <i>Manifold</i>	19
3.5 Pompa Vakum.....	19
3.6 Adsorber.....	20
3.7 Evaporator	20
3.8 Kondensor	21
3.9 <i>Styrofoam Box</i>	21
3.10 Kotak Pendingin (<i>Coolbox</i>).....	21
3.11 Skema Rancangan <i>Coolbox</i>	23
3.12 Diagram Alir Penelitian	24
4.1 Desain Evaporator	28
4.2 Desain Absorber.....	31
4.3 Pengujian <i>Coolbox</i>	31
4.4 Grafik Pengaruh Suhu Evaporator Terhadap Waktu	33
4.5 Grafik Pengaruh Suhu Adsorber Terhadap Waktu	34
4.6 Grafik Pengaruh Suhu Evaporator Terhadap Waktu	35
4.7 Grafik Pengaruh Suhu Adsorber Terhadap Waktu	37
4.8 Grafik Pengaruh Suhu Evaporator Terhadap Waktu	38
4.9 Grafik Pengaruh Suhu Adsorber Terhadap Waktu	40
4.10 Grafik Pengaruh Suhu Evaporator Terhadap Waktu	41
4.11 Grafik Pengaruh Suhu Lingkungan dan Intensitas Rata-rata Matahari Terhadap Suhu Desorpsi	43
4.12 Grafik Pengaruh Suhu Lingkungan Terhadap Suhu Adsorpsi	44
4.13 Grafik Pengaruh Kenaikan Suhu Desorpsi Terhadap Penurunan Suhu Adsorpsi	45

DAFTAR TABEL

Tabel :	Halaman
2.1 Performansi dari sistem adsorpsi untuk aplikasi yang berbeda	7
2.2 Jenis-jenis adsorben dan aplikasinya	12
3.1 Sifat-sifat Karbon Aktif.....	18
3.2 Sifat Methanol	18
3.3 Spesifikasi Termometer Digital	19
3.4 Spesifikasi Manometer.....	19
3.5 Spesifikasi Pompa Vakum	19
4.1 Data Adsorpsi Hari Pertama.....	32
4.2 Data Desorpsi Hari Kedua	31
4.3 Data Adsorpsi Hari Kedua	35
4.4 Data Desorpsi Hari Ketiga	36
4.5 Data Adsorpsi Hari Ketiga	38
4.6 Data Desorpsi Hari Keempat	40
4.7 Data Adsorpsi Hari Keempat	41
4.8 Suhu maksimum lingkungan, intensitas rata-rata matahari dan kenaikan suhu desorpsi	43
4.9 Suhu Lingkungan dan Suhu Evaporator	44
4.10 Kenaikan Suhu Desorpsi dan Penurunan Suhu Adsorpsi	45

DAFTAR SIMBOL

Simbol Umum

Q_{sb}	=	Kalor sensibel beban pendingin (kJ)
m_b	=	massa beban pendingin (kg)
C_{pb}	=	Kalor Spesifik beban pendingin (kJ/kg.K)
Δ_t	=	Selisih suhu awal pengujian dan suhu minimum yang dicapai (K)
Q_l	=	Jumlah kalor laten refrigeran (kJ)
m_r	=	Massa refrigeran (kg)
L_r	=	Kalor laten refrigeran (kJ/kg)
Q_{sa}	=	Jumlah kalor sensibel adsorber (kJ)
m_a	=	Massa adsorber (kg)
C_{pa}	=	Kalor sensibel adsorber (kJ/kg.K)
Δ_t	=	Selisih suhu target dan suhu awal (K)
Q_{im}	=	Kalor intensitas surya (W)
ε	=	Emisivitas
I	=	Intensitas surya rata-rata (W/m^2)
A	=	Luas area penerima kalor dari surya (m^2)
COP	=	<i>Coefficient of Performance</i>

BAB 1

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Sistem pendingin adsorpsi lebih dikenal dengan siklus yang beroperasi karena panas (*heat-operated cycle*) karena hampir seluruh biaya operasi sebanding dengan panas yang didapat untuk melakukan penguapan dalam proses desorpsi atau regenerasi. Walaupun sistem ini membutuhkan kerja untuk menjalankan proses namun jumlah yang dibutuhkan sangat kecil dibandingkan dengan kerja yang dibutuhkan oleh siklus kompresi uap (Stoecker, 1983). Sumber energi yang digunakan mudah didapat seperti energi surya ataupun menggunakan energi yang tidak terpakai lagi panas dari gas buang mesin. Jadi sumber energi sistem ini ramah lingkungan dan sangat ekonomis.

Dalam beberapa dekade terakhir banyak penelitian dilakukan terhadap kinerja dari sistem pendingin adsorpsi dan mesin pompa kalor yang dilaksanakan dengan berbagai kombinasi adsorben (padatan) – adsorbat (fluida kerja – refrigeran). Dengan contoh kombinasi berupa zeolit-air, karbon aktif-amoniak, karbon aktif-methanol, silika gel-air, dan lainnya (Elena Eugenia Vasilescu, 2007). Penggunaan sistem ini juga sudah mulai dipakai seperti pembuatan es, pendinginan *water chiller*, dan juga dalam aplikasi pengkondisian udara (R.G. Oliveira, 2006). Dalam penelitian ini menggunakan sistem adsorpsi sebagai sistem pada kotak pendingin (*coolbox*) berbahan dasar *styrofoam* untuk penyimpanan minuman untuk untuk kebutuhan rumah tangga dengan sumber energi panas berupa energi surya dan menggunakan methanol-karbon aktif sebagai kombinasi refrigeran dan adsorben.

Pemilihan karbon aktif sebagai adsorben karena karbon aktif mampu menyerap hingga 300ml methanol untuk 1 kg karbon aktif (Oloan purba,2013). Methanol digunakan sebagai refrigeran karena titik penguapan dari methanol rendah sehingga akan sangat mudah menguap dan menyerap kalor yang berada disekitar sistem. Sedangkan pemilihan *coolbox Styrofoam* karena material yang digunakan sulit ditembus oleh aliran panas karena bahan *styrofoam* banyak digunakan sebagai isolasi agar tidak terjadi perpindahan panas dari sekitar kotak.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan-nya sebagai berikut :

1. Suhu Desorpsi sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang diterima adsorber..
2. Suhu desorpsi mempengaruhi kalor yang mampu diserap oleh evaporator saat proses adsorpsi.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, antara lain:

1. Menggunakan *styrofoam box* ukuran 340mm x 120mm x 200mm berkapasitas 8,16 liter sebagai media yang didinginkan .
2. Menghitung efek pendinginan dari kombinasi methanol – karbon aktif sebagai sistem pendingin adsorpsi tenaga surya.
3. Mengukur suhu minimum dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu minimum.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang *coolbox* tenaga surya dan menguji rancangan untuk mengetahui efek pendinginan dari sistem pendingin adsorpsi bertenaga surya terhadap *styrofoam box* sebagai media yang didinginkan.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tugas akhir ini ialah untuk dapat mengaplikasikan sistem pendingin yang ekonomis dan ramah lingkungan untuk penyimpanan makanan dan minuman yang telah lama di teliti namun pengembangannya masih sedikit.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis membaginya dalam beberapa bab pokok dengan menggunakan sistematika penulisan atau langkah penyusunan laporan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, pokok masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan, metode penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas tentang pengetahuan umum tentang sistem pendingin adsorpsi, dan analisa pendingin adsorpsi.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang metode yang digunakan dalam penyelesaian permasalahan dan penyusunan laporan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi hasil pengambilan data berupa temperatur evaporator, temperatur adsorber, temperatur aliran, dan temperatur lingkungan saat pengujian dilaksanakan yang kemudian dibahas dan dianalisa untuk mendapatkan efek pendinginan dari sistem pendingin adsorpsi.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan disajikan secara garis besar hasil dari seluruh analisis yang telah dilakukan berupa kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

- Eugenia, Elena VASILESCU. *“Energy and Exergy Optimization of the adsorption refrigeration machines with simple and double effect”*. Politehnica University of Bucharest, India.
- Goodwin, Robert D. 1987. *“Methanol Thermodynamic Properties From 176 to 673 K at Pressure to 700 Bar”*. National Bureau of standards, Boulder, Colorado
- http://www.engineeringtoolbox.com/dehumidification-d_141.html
- Mahesh, A. 2012. *“Solar Adsorption Cooling System : An Overview”*. Indian Institute of Technology Delhi, India.
- Manurung, Junius. 2012. *“Modifikasi dan Pengujian Evaporator Mesin Pendingin Siklus Adsorpsi yang digerakkan Energi Surya”*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Rudiyanto, Bayu. 2008. *“Kajian Eksergi Pada Mesin Pendingin Adsorpsi Intermitten menggunakan silicagel methanol”*. Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor
- Samosir, Donny Osmond. 2011. *“Kajian Eksperimental Kondensor Untuk Mesin Pendingin Siklus Adsorpsi Tenaga Surya”*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sasmaz, Turgut. 2011. *“Thermodynamic Analysis Of a Solar Assisted Adsorption Cooling System”*. Near East University, Nicosia.
- Stoecker, W. F. 1983. *“Refrigeration & Air Conditioning”*. McGraw-Hill, United Kingdom.
- Wang, R.Z. and R.G.Oliveira. 2006. *“Adsorption Refrigeration - An Efficient Way to Make Good Use of Waste Heat and Solar Energy”*. Shanghai Jiao Tong University, China.