



**PENGUJIAN PANEL KOLEKTOR TABUNG HAMPA  
SEBAGAI SUMBER PANAS PENGGERAK PADA MESIN  
PENDINGIN ABSORPSI XD-70 (AMMONIA-AIR)**

**SKRIPSI**

**ACHMAD FAUZI**

**1610311024**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**2020**



**PENGUJIAN PANEL KOLEKTOR TABUNG HAMPA  
SEBAGAI SUMBER PANAS PENGGERAK PADA MESIN  
PENDINGIN ABSORPSI XD-70 (AMMONIA-AIR)**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar**

**Sarjana Teknik**

**ACHMAD FAUZI**

**1610311024**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**2020**

## PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Achmad Fauzi

NIM : 1610311024

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : PENGUJIAN PANEL KOLEKTOR TABUNG HAMPA  
SEBAGAI SUMBER PANAS PENGGERAK PADA  
MESIN PENDINGIN ABSORPSI XD-70 (AMMONIA-  
AIR)

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Penguji Utama

M. Arifudin Lukmana, S.T., M.T.

Penguji Lembaga

Nur Cholis, S.T., M.Eng.



Dr. Ir. Reda Rizal, M.Si.

Pembimbing I

(Dr. Damora Rhakasywi, ST., MT., IPP)

Ka. Program Studi

Ir. M. Rusdy Hatuwe, M.T.

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal ujian : 25 – Juni– 2020

## PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Achmad Fauzi

NIM : 1610311024

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

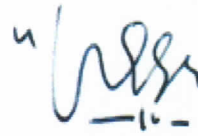
Judul Skripsi : PENGUJIAN PANEL KOLEKTOR TABUNG HAMPA  
SEBAGAI SUMBER PANAS PENGGERAK PADA MESIN  
PENDINGIN ABSORPSI XD-70 (AMMONIA-AIR)

Pembimbing I



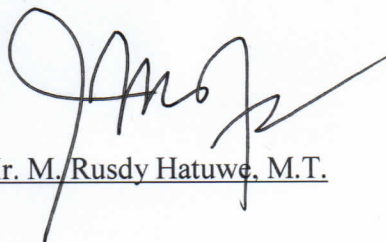
Dr. Damora Rhakasywi, ST., MT., IPP

Pembimbing II



Muhammad As'adi, S.T., M.T

Ka. Program Studi



Ir. M. Rusdy Hatuwe, M.T.

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal ujian : 25 – Juni– 2020

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil saya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Achmad Fauzi

NIM : 1610311024

Tanggal : 04 Juli 2020

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 04 Juli 2020

Yang Menyatakan,



Achmad Fauzi

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

---

Sebagai civitas akademis Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta,  
Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Achmad Fauzi  
NIM : 1610311024  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Mesin

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Fee*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PENGUJIAN PANEL KOLEKTOR TABUNG HAMPA SEBAGAI SUMBER  
PANAS PENGGERAK PADA MESIN PENDINGIN ABSORPSI XD-70  
(AMMONIA-AIR)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih medis/formatkan, dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat dan mengaplikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 04 Juli 2020

Yang menyatakan



Achmad Fauzi

**PENGUJIAN PANEL KOLEKTOR TABUNG HAMPA  
SEBAGAI SUMBER PANAS PENGGERAK PADA MESIN  
PENDINGIN ABSORPSI XD-70 (AMMONIA-AIR)**

**Achmad Fauzi**

**ABSTRAK**

Energi merupakan salah satu permasalahan yang sangat penting di dunia pada saat ini, jumlah cadangan energi semakin lama berkurang dengan banyaknya peningkatan kebutuhan akan energi tersebut. Oleh karena energi terbarukan sangat diprioritaskan dan difokuskan pengembangannya. Salah satu energi terbarukan yang banyak dikembangkan pada saat ini yaitu energi surya. Kolektor surya merupakan sebuah alat yang dirancang untuk mengumpulkan panas dengan menyerap sinar matahari. Penelitian ini dilakukan pada kolektor surya tipe tabung hampa sebagai pengganti sumber panas pada generator mesin pendingin absorpsi XD-70. Pengambilan data dilakukan dengan memvariasikan debit air yang mengalir dalam pipa absorber, yaitu debit 1L/menit, 2L/menit, dan 3L/menit. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah pada kinerja Mesin Pendingin Difusi Absorpsi XD-70 tanpa beban pendingin dengan menggunakan input listrik 150 Watt didapatkan nilai COP sebesar 0,6518 dan  $Q_{gen}$  yang dihasilkan sebesar 829,32 Watt. Sedangkan, energi harian yang terkumpul pada kolektor surya tabung hampa dari variasi debit air 1L/menit, 2L/menit, dan 3L/menit sebesar 464,296 Watt, 404,548 Watt, dan sebesar 508,958 Watt.

**Kata Kunci : Energi surya, Kolektor surya tabung hampa, Mesin pendingin absorpsi**

**TESTING PANEL COLLECTOR VACUUM TUBE AS THE HEAT  
SOURCE MOVER ON THE REFIGERATOR XD-70  
(AMMONIA-WATER)**

**Achmad Fauzi**

**ABSTRACT**

*Energy is one of the problems which is very important in the world at this time, the amount of energy reserve the longer reduced by the number of increasing needs for energy. Therefore, renewable energy is highly prioritized and focused development. One of the renewable energy being developed at this time, namely solar energy. Solar collector is a tool designed to collect heat by absorbing sunlight. This research was conducted on the solar collector type vacuum tube as a replacement heat source in the generator cooling machine absorption XD-70. Data collection was performed by varying the discharge of water flowing in the pipe absorber, the discharge of 1L/min, 2L/min and 3L/min. The results obtained from this study is on the Performance of Diffusion Absorption Refrigeration XD-70 without cooling loads using input power of 150 Watts is obtained the value of the COP of 0,6518 and  $Q_{gen}$  generated by 829,32 Watts. Meanwhile, the daily energy collected at the solar collector the vacuum tube of the discharge variation of water 1L/min, 2L/min and 3L/min by 464,296 Watts, 404,548 Watts, and by 508,958 Watts.*

**Keywords :** *Solar energy, Vacuum tube solar collectors, Absorption cooling machines.*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PENGUJIAN PANEL KOLEKTOR TABUNG HAMPA SEBAGAI SUMBER PANAS PENGGERAK PADA MESIN PENDINGIN ABSORPSI XD-70 (AMMONIA-AIR)”** dengan baik. Laporan tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil pengujian di lapangan dimulai awal bulan Februari hingga akhir bulan April. Lokasi pengujian di BALAI BESAR TEKNOLOGI KONVERSI ENERGI - BPPT, PUSPIPTEK.

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengikuti sidang skripsi program studi Teknik Mesin (S1), Tujuan dari penulisan tugas akhir ini untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Terima kasih kepada ALLAH SWT karena berkat izin-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan moral dan materil sehingga saya dapat menyelesaikan proposal skripsi.
3. Bapak Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T., IPP, dan Bapak Muhammad As’adi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah membantu saya dalam penyusunan laporan proposal skripsi ini.
4. Kepada seluruh dosen Fakultas Teknik yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu persatu dalam memberikan ilmu-Nya di kelas.
5. Bapak Dr. Ir. Cahyadi, M.Kom. (Kepala Bidang Konversi Energi B2TKE), Bapak Fachri, Bapak Mastur, Bapak Rivai, dan Bapak ichwan yang telah memberikan waktu, ilmu, dan bimbingan selama kegiatan pengujian di lapangan.

6. Vira Dhatul Fauziah selaku mahasiswi Teknik Mesin angkatan 2016 yang senantiasa membantu dan memberikan dukungan juga motivasi kepada saya di lapangan.
7. Teman-teman kontrakan Haji Kado yang senantiasa membantu dan membimbing kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Seluruh Mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2016 yang selalu memberikan bantuan dan dukungan di dalam maupun di luar kampus UPNVJ.

Susunan skripsi ini sudah dibuat dengan sebaik-baiknya. Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan alfaan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu jika ada kritik ataupun saran apapun yang sifatnya membangun, dengan senang hati akan saya akan terima. Harapan saya agar kedepannya dapat lebih baik lagi.

Jakarta, 04 Juli 2020

Penulis,

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PENGESAHAN PENGUJI.....</b>	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN PEMBIMBING.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Metode Pengumpulan Data .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Energi Surya.....	8

2.2	Kolektor Surya .....	11
2.3	Klasifikasi Kolektor Surya .....	12
2.4	Kolektor Surya Tabung Hampa .....	15
2.5	Perhitungan Efisiensi Harian Kolektor Surya Tabung Hampa.....	18
2.5.1	Perhitungan Temperatur Rata-Rata dan Densitas.....	19
2.5.2	Perhitungan Laju Massa dan Kapasitas Panas.....	19
2.5.3	Energi yang Dikumpulkan Kolektor Wu (watt) dan akumulasinya Qu (kJ).....	19
2.5.4	Perhitungan Panas yang Diterima Kolektor .....	20
2.5.5	Perhitungan Efisiensi Harian Sistem.....	20
2.6	Sistem Refrigerasi.....	21
2.6.1	Sistem Kompresi Uap .....	22
2.6.2	Sistem Pendingin Absorpsi .....	23
2.7	Prinsip Kerja Siklus Absorpsi .....	24
2.8	Komponen Sistem Pendingin Absorpsi .....	26
2.8.1	Generator .....	27
2.8.1	Kondenser .....	27
2.8.2	Evaporator.....	28
2.8.3	Absorber .....	28
2.8.5	<i>Solution Heat Exchanger</i> .....	28
2.9	Kombinasi Refrijeran – Absorber pada Sistem Pendinginan Absorpsi..	28
2.10	Perhitungan Performasi Kinerja Mesin Pendingin Difusi Absorpsi.....	31
2.10.1	Perhitungan Laju Aliran Massa Refrigeran.....	32

2.10.2	Perhitungan Panas Input Pada Generator.....	33
2.10.3	Perhitungan Kapasitas Pendinginan pada Evaporator.....	33
2.10.4	Perhitungan Coefficient Of Performance (COP) Mesin Pendingin	34
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>		<b>35</b>
3.1	Diagram Pengujian.....	35
3.2	Metode Pengujian.....	36
3.3	Waktu Dan Tempat Penelitian.....	38
3.4	Alat-alat Pengujian.....	39
3.5	Parameter Titik-Titik Pengukuran Temperatur.....	47
<b>BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN.....</b>		<b>49</b>
4.1	Pengumpulan Data Kolektor Surya Tabung Hampa.....	49
4.2	Hasil Pengukuran Temperatur Output Kolektor Surya Tabung Hampa	51
4.3	Perhitungan Energi Panas Harian Yang Dihasilkan Oleh Kolektor Surya Tabung Hampa.....	53
4.4	Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Kalor Yang Diserap Oleh Kolektor Tabung Hampa.....	55
4.5	Pengumpulan Data Mesin Pendingin Absorpsi Difusi XD-70.....	58
4.6	Perhitungan Laju Aliran Massa Refrigeran.....	60
4.7	Perhitungan Kapasitas Pendingin Pada Evaporator.....	61
4.8	Perhitungan Panas Input Pada generator.....	61
4.9	Perhitungan COP Mesin Pendingin Absorpsi Difusi XD-70.....	62
4.10	Analisis Perbandingan Temperatur Input Pada Generator Dengan Temperatur Output pada Kolektor Surya Tabung Hampa.....	63

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>66</b>
5.1 Kesimpulan .....	66
5.2 Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>68</b>
<b>RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>70</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>71</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Potensi Ketersediaan Energi Surya .....	9
<b>Gambar 2.2</b> Pemanfaatan Energi Radiasi Cahaya Matahari .....	10
<b>Gambar 2.3</b> Kolektor Surya Pelat Datar .....	13
<b>Gambar 2.4</b> Kolektor Surya Terkonsentrasi .....	14
<b>Gambar 2.5</b> Kolektor Surya Tabung Hampa .....	15
<b>Gambar 2.6</b> (a) Lapisan Dalam Pada Kolektor Surya Tabung Hampa dan .....	15
(b) Lapisan Luar Pada Kolektor Surya Tabung Hampa.....	15
<b>Gambar 2.7</b> Bagian-Bagian Pada Pipa Kalor .....	17
<b>Gambar 2.8</b> Bagian-Bagian Pada Pipa Vacuum .....	18
<b>Gambar 2.9</b> Siklus Kompresi Uap.....	22
<b>Gambar 2.10</b> Siklus Absorpsi Sederhana .....	24
<b>Gambar 2.11</b> Diagram p-h Siklus Kompresi Uap dan Siklus Absorpsi .....	25
<b>Gambar 2.12</b> Komponen Utama Pada Pendingin Absorpsi.....	26
<b>Gambar 2.13</b> Grafik Entalpi Pada Campuran Ammonia-Air .....	31
<b>Gambar 3.1</b> Kolektor Surya Tabung Hampa Merk Apricus AP-30 .....	39
<b>Gambar 3.2</b> Tampak Depan Kolektor Surya Tabung Hampa .....	39
<b>Gambar 3.3</b> Tampak Depan Mesin Pendingin Absorpsi Difusi XD-70 .....	42
<b>Gambar 3.4</b> Tampak Samping Mesin Pendingin Absorpsi Difusi XD-70.....	42
<b>Gambar 3.5</b> Komputer Samsung Sync Master 933 SN .....	43
<b>Gambar 3.6</b> Data Logger Hydra Fluke 2635 A/C .....	44
<b>Gambar 3.7</b> Transformator .....	46
<b>Gambar 3.8</b> (a) Termokopel Vacuum Tube, (b) Termokopel Mesin Pendingin....	46
<b>Gambar 3.9</b> Pengukuran Temperatur Kolektor Surya Tabung Hampa .....	47
<b>Gambar 3.10</b> Pengukuran Temperatur Mesin Pendingin Absorpsi.....	48
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Waktu Pada Debit Air 1L/menit.....	49
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Waktu Pada Debit Air 2L/menit.....	50
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Waktu Pada Debit Air 3L/menit.....	51
<b>Gambar 4.4</b> Pengukuran Temperatur Output air pada Kolektor Tabung Hampa	52

<b>Gambar 4.5</b>	Pengukuran Data Temperatur Ambient/Lingkungan Sekitar.....	52
<b>Gambar 4.6</b>	Perbandingan Energi Harian Kolektor Surya.....	55
<b>Gambar 4.7</b>	Pengaruh intensitas cahaya matahari dengan kalor yang diserap oleh kolektor surya pada debit 1L/menit.....	56
<b>Gambar 4.8</b>	Pengaruh intensitas cahaya matahari dengan kalor yang diserap oleh kolektor surya pada debit 2L/menit.....	56
<b>Gambar 4.9</b>	Pengaruh intensitas cahaya matahari dengan kalor yang diserap oleh kolektor surya pada debit 3L/menit.....	57
<b>Gambar 4.10</b>	Grafik perbandingan dengan temperatur yang dihasilkan .....	63
<b>Gambar 4.11</b>	Perbandingan Qgenerator dengan Quse Harian Kolektor Surya....	64



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik EBT.....	8
<b>Tabel 3. 1</b> Spesifikasi Bahan Konstruksi Kolektor Surya Tabung Hampa.....	40
<b>Tabel 3. 2</b> Spesifikasi Data Kinerja Kolektor Surya Tabung Hampa.....	40
<b>Tabel 3. 3</b> Spesifikasi fisik Kolektor Surya Tabung Hampa .....	40
<b>Tabel 3. 4</b> Spesifikasi Mesin Pendingin Absorpsi Difusi XD-70 .....	41
<b>Tabel 3. 5</b> Teknikal Spesifikasi Data Logger.....	44
<b>Tabel 3. 6</b> General Spesifikasi Data Logger .....	45
<b>Tabel 4. 1</b> Data Sifat Fisik Mesin Pendingin Absorpsi pada temperatur kerja .....	58
<b>Tabel 4. 2</b> Data Titik-Titik Pengukuran Temperatur Mesin Pendingin Absorpsi Tanpa Beban.....	59
<b>Tabel 4. 3</b> Data Termodinamika Di Setiap Titik Pengukuran Tanpa Beban .....	59