

**PENDINGIN ABSORBSI AMONIAK-AIR  
GENERATOR HORIZONTAL TERCELUP**

**TUGAS AKHIR**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat sarjana S-1

Program Studi Teknik Mesin  
Jurusan Teknik Mesin



Diajukan oleh :

**ANTIOCHUS SONGKO PROBO PRASTOWO**

**NIM : 065214022**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SANATA DHARMA  
YOGYAKARTA  
2010**

**AMMONIA-WATER ABSORPTION COOLING SYSTEM USING  
HORIZONTAL GENERATOR WITH IMMERSED TUBE**

**FINAL PROJECT**

A partial fulfillment of the requirements  
to obtain the sarjana teknik degree

Mechanical Engineering Study Program  
Mechanical Engineering Department



By :

**ANTIOCHUS SONGKO PROBO PRASTOWO**

**Student Number : 065214022**

**SCIENCE AND TECHNOLOGY FACULTY  
SANATA DHARMA UNIVERSITY  
YOGYAKARTA  
2010**

**PENDINGIN ABSORBSI AMONIAK-AIR  
GENERATOR HORIZONTAL TERCELUP**

Disusun Oleh:  
**ANTIOCHUS SONGKO PROBO PRASTOWO**  
**NIM : 065214022**



Disetujui oleh  
Dosen Pembimbing

Tanggal: 19 Oktober 2010

Ir. F.A. Rusdi Sambada, M. T.

TUGAS AKHIR

**PENDINGIN ABSORBSI AMONIAK-AIR  
GENERATOR HORIZONTAL TERCELUP**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :


NAMA : ANTIOCHUS SONGKO PROBO PRASTOWO  
NIM : 065214022

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 29 September 2010

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing

Anggota Dewan Penguji

  
Ir. F. A. Rusdi Sambada, M.T.

  
R. B. Dwiseno Wihadi, S. T., M. T.

  
Ir. Y. B. Lukiyanto, M. T.

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Yogyakarta, 13 Oktober 2010  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Sanata Dharma  
Yogyakarta

Dekan



  
Yosef Agung Cahyanta, S.T., M.T.

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 29 September 2010



Antiochus Songko Probo Prastowo

## ABSTRAK

Di negara-negara berkembang seperti Indonesia kebutuhan akan sistem pendingin untuk pengawetan penyimpanan hasil pertanian atau vaksin dirasakan semakin meningkat. Sistem pendinginan yang ada saat ini kebanyakan bekerja dengan sistem kompresi uap menggunakan energi listrik dan refrijeran sintetis. Tetapi belum semua daerah memiliki jaringan listrik sehingga sistem pendingin sederhana yang bekerja tanpa energi listrik merupakan alternatif pemecahan permasalahan kebutuhan sistem pendingin di daerah seperti ini, selain itu refrijeran sintetis mempunyai dampak negatif pada lingkungan. Salah satu sistem pendingin yang tidak memerlukan energi listrik adalah sistem pendingin absorpsi amoniak-air. Sistem pendingin absorpsi amoniak-air hanya memerlukan energi panas untuk dapat bekerja. Amoniak dan air bukan merupakan refrijeran sintetis sehingga dampak negative terhadap lingkungan tidak terjadi. Tujuan penelitian ini adalah membuat model pendingin absorpsi sederhana dengan refrijeran amoniak dan mengetahui unjuk kerja dan temperatur pendinginan yang dapat dihasilkan,

Alat penelitian terdiri dari generator (juga sebagai absorber) dan evaporator (juga sebagai kondensor). Bahan yang digunakan dalam pembuatan alat adalah stainless steel. Variabel yang diukur dalam penelitian ini adalah temperatur generator ( $T_1$ ), temperatur pipa penghubung ( $T_2$ ), temperatur evaporator ( $T_3$ ), temperatur pendingin evaporator ( $T_4$ ), tekanan evaporator ( $P_E$ ), waktu pencatatan data ( $t$ ). Untuk pengukuran temperatur digunakan termokopel dan untuk pengukuran tekanan digunakan manometer. Variabel yang divariasikan adalah fluida pendingin kondensor dan diamati pengaruhnya terhadap unjuk kerja yang dapat dihasilkan.

Hasil penelitian menunjukkan Temperatur evaporator terendah yang bisa dihasilkan adalah  $-5^{\circ}\text{C}$  pada variasi menggunakan 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, pendingin air es. COP yang dihasilkan pada penelitian ini cukup tinggi jika dibandingkan dengan COP pada penelitian yang lain. COP tertinggi yang dihasilkan adalah 0,98 pada saat menggunakan 1000 ml amoniak 30%, tekanan 65 psi dan berpendingin udara.

***Kata kunci: pendingin, absorpsi, amoniak, generator tercelup.***

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Sanata Dharma :

Nama : Antiochus Songko Probo Prastowo

Nomor Mahasiswa : 065214022

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma karya ilmiah saya yang berjudul :

**PENDINGIN ABSORBSI AMONIAK-AIR GENERATOR HORIZONTAL  
TERCELUP**

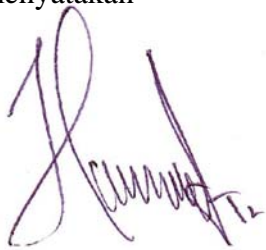
beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan demikian saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma hak untuk menyimpan, mengalihkan dalam bentuk media lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan secara terbatas, dan mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Yogyakarta

Pada tanggal : 20 Oktober 2010

Yang menyatakan



(Antiochus Songko Probo Prastowo)

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari, bahwa Penulis tidak dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tanpa campur tangan Tuhan.

Tugas Akhir merupakan sebagian persyaratan yang wajib ditempuh oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. Tugas Akhir ini juga dapat dikatakan sebagai wujud pemahaman dari hasil belajar mahasiswa setelah mengikuti kegiatan perkuliahan selama di Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Dalam Tugas Akhir ini akan dibahas mengenai sistem pendingin absorpsi. Dalam Tugas Akhir tersebut, Penulis berencana untuk meneliti temperatur terendah dan unjuk kerja dari alat pendingin absorpsi amoniak-air .

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini juga melibatkan banyak pihak. Dalam kesempatan ini, Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Yosef Agung Cahyanta, S.T., M.T., Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
2. Bapak Budi Sugiharto, S.T., M.T., Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
3. Bapak Ir. Rusdi Sambada, M.T., dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Bapak Budi Setyahandana, S.T., M.T., dosen pembimbing akademik.



5. Orang tua Penulis yang telah memberikan motivasi paling kuat dan membiayai penulis dalam menyelesaikan kuliah dan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman penulis Budi, Dodok, Liong, Nina, Nana, penghuni kos Banana 21, dan semua yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
7. Bapak Ibnu, yang telah banyak membantu dalam proses pengelasan alat.

Usaha yang Penulis lakukan sudah semaksimal mungkin, namun Penulis menyadari bahwa kemampuan Penulis terbatas termasuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, Penulis mohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan yang terdapat dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Saran serta kritik yang membangun dari Pembaca sangat Penulis harapkan demi perbaikan dikemudian hari.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir yang telah Penulis susun ini dapat memberikan manfaat bagi para Pembaca.

Yogyakarta, 29 September 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>TITLE PAGE</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Dasar Teori .....	4
2.2 Penelitian yang Pernah Dilakukan .....	6

### **BAB III METODE**

3.1 Skema Alat .....	8
3.2 Variabel yang Diukur .....	9
3.3 Langkah Penelitian .....	9

### **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1 Data .....	12
4.2 Pembahasan .....	75

### **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	81
5.2 Saran .....	81

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	83
-----------------------------	----

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus pendinginan absorpsi.....	4
Gambar 3.1	Skema alat pendingin absorpsi .....	8
Gambar 4.1	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 65 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es, generator horisontal tercelup.....	53
Gambar 4.2	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 65 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air, generator horisontal tercelup.....	54
Gambar 4.3	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 65 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin udara, generator horisontal tercelup.....	55
Gambar 4.4	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 65 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin air es, generator horisontal tercelup.....	56
Gambar 4.5	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 65 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin air, generator horisontal tercelup.....	57
Gambar 4.6	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 65 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin udara, generator horisontal tercelup.....	58

Gambar 4.7	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 105 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es, generator horisontal tercelup.....	59
Gambar 4.8	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 105 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air, generator horisontal tercelup.....	60
Gambar 4.9	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 105 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin udara, generator horisontal tercelup.....	61
Gambar 4.10	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 105 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin air es, generator horisontal tercelup.....	62
Gambar 4.11	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 105 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin air, generator horisontal tercelup.....	63
Gambar 4.12	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 105 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin udara, generator horisontal tercelup.....	64
Gambar 4.13	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 145 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es, generator horisontal tercelup.....	65

Gambar 4.14	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 145 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air, generator horisontal tercelup.....	66
Gambar 4.15	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 145 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin udara, generator horisontal tercelup.....	67
Gambar 4.16	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 145 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin air es, generator horisontal tercelup.....	68
Gambar 4.17	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 145 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin air, generator horisontal tercelup.....	69
Gambar 4.18	Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 145 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin udara, generator horisontal tercelup.....	70
Gambar 4.19.	Grafik perbandingan T3 variasi pendingin, 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, tabung horisontal tercelup.....	71
Gambar 4.20	Grafik perbandingan T3 variasi tekanan, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es, tabung horisontal tercelup.....	72
Gambar 4.21	Grafik perbandingan T3 terendah variasi kadar amoniak, tekanan 145 psi, pendingin air es, tabung horisontal tercelup.....	73

Gambar 4.22. Grafik perbandingan T3 terendah variasi kadar amoniak, tekanan 145 psi, pendingin air, tabung horisontal tercelup.....	73
Gambar 4.23. Grafik perbandingan T3 terendah variasi kadar amoniak, tekanan 145 psi, pendingin udara, tabung horisontal tercelup.....	74
Gambar 4.24 Grafik perbandingan COP.....	75
Gambar 4.25. Grafik P-h diagram amoniak pada variasi tekanan 145 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es, generator horisontal tercelup.....	77

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es, tekanan 65 psi, generator horisontal tercelup .....	12
Tabel 4.2	1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air, tekanan 65 psi, generator horisontal tercelup .....	14
Tabel 4.3	1000 ml amoniak 22,5%, pendingin udara, tekanan 65 psi, generator horisontal tercelup .....	16
Tabel 4.4	1000 ml amoniak 30%, pendingin air es, tekanan 65 psi, generator horisontal tercelup .....	18
Tabel 4.5	1000 ml amoniak 30%, pendingin air, tekanan 65 psi, generator horisontal tercelup .....	20
Tabel 4.6	1000 ml amoniak 30%, pendingin udara, tekanan 65 psi, generator horisontal tercelup .....	21
Tabel 4.7	1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es, tekanan 105 psi, generator horisontal tercelup .....	23
Tabel 4.8	1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air, tekanan 105 psi, generator horisontal tercelup .....	26
Tabel 4.9	1000 ml amoniak 22,5%, pendingin udara, tekanan 105 psi, generator horisontal tercelup .....	28
Tabel 4.10	1000 ml amoniak 30%, pendingin air es, tekanan 105 psi, generator horisontal tercelup .....	30



Tabel 4.11	1000 ml amoniak 30%, pendingin air, tekanan 105 psi, generator horisontal tercelup .....	32
Tabel 4.12	1000 ml amoniak 30%, pendingin udara, tekanan 105 psi, generator horisontal tercelup .....	34
Tabel 4.13	1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es, tekanan 145 psi, generator horisontal tercelup .....	36
Tabel 4.14	1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air, tekanan 145 psi, generator horisontal tercelup .....	40
Tabel 4.15	1000 ml amoniak 22,5%, pendingin udara, tekanan 145 psi, generator horisontal tercelup .....	43
Tabel 4.16	1000 ml amoniak 30%, pendingin air es, tekanan 145 psi, generator horisontal tercelup .....	45
Tabel 4.17	1000 ml amoniak 30%, pendingin air, tekanan 145 psi, generator horisontal tercelup .....	48
Tabel 4.18	1000 ml amoniak 30%, pendingin udara, tekanan 145 psi, generator horisontal tercelup .....	50

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Di negara-negara berkembang seperti Indonesia, khususnya di daerah pedesaan atau di daerah terpencil, kebutuhan akan sistem pendingin untuk pengawetan/penyimpanan bahan makanan, hasil panen, hasil perikanan atau vaksin imunisasi masal untuk mengontrol wabah penyakit dan keperluan lainnya dirasakan semakin meningkat. Sistem pendinginan yang ada saat ini kebanyakan bekerja dengan sistem kompresi uap menggunakan energi listrik dan refrijeran sintetik seperti : R-11, R-12, R-22, R-134a, dan R-502. Masalah yang ada dengan sistem pendingin kompresi uap adalah belum semua desa atau daerah terpencil memiliki jaringan listrik sehingga sistem pendingin sederhana yang dapat bekerja tanpa adanya jaringan listrik merupakan alternatif pemecahan permasalahan kebutuhan sistem pendingin di daerah pedesaan atau terpencil seperti ini. Selain itu refrijeran sintetik mempunyai dampak negatif pada lingkungan seperti merusak lapisan ozon dan menimbulkan pemanasan global.

Salah satu sistem pendingin yang tidak memerlukan energi listrik adalah sistem pendingin absorpsi amoniak-air. Sistem pendingin absorpsi amoniak-air hanya memerlukan energi panas untuk dapat bekerja. Energi panas dapat berasal dari pembakaran kayu, bahan bakar minyak dan gas bumi. Tetapi energi panas juga dapat berasal dari buangan proses industri, biomassa, biogas atau dari energi

alam seperti panas bumi dan energi surya. Amoniak dan air bukan merupakan refrigeran sintetis sehingga resiko kerusakan alam seperti yang dapat disebabkan sistem pendingin kompresi uap karena menggunakan refrigeran sintetis tidak terjadi.

Desain pendingin energi panas untuk negara-negara berkembang haruslah sederhana dan mudah perawatannya dengan kata lain harus dapat dibuat dan diperbaiki oleh industri lokal.

## **1.2 RUMUSAN MASALAH**

Temperatur terendah yang dapat dicapai tergantung pada tekanan pada evaporator, temperatur fluida pendingin kondenser, konstruksi generator dan konsentrasi amoniak dalam generator. Unjuk kerja pendingin tergantung pada unjuk kerja evaporator dan generator. Unjuk kerja generator selain ditentukan oleh kemampuan generator dalam menghasilkan uap (pada proses pemanasan) juga tergantung pada kemampuan generator melakukan penyerapan amoniak dalam air (pada proses pendinginan). Pada penelitian ini generator juga berfungsi sebagai absorber. Unjuk kerja evaporator dan generator tergantung pada bentuk konstruksi evaporator dan generator. Pada penelitian ini sistem pendinginan kondenser, konsentrasi amoniak, dan konstruksi generator akan divariasikan dan diamati bagaimana pengaruhnya terhadap temperatur pendinginan dan unjuk kerja yang dapat dihasilkan.

### **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan yang ingin dicapai oleh peneliti yaitu :

- a. Membuat model pendingin absorpsi sederhana dengan bahan yang ada di pasar lokal dan teknologi yang didukung kemampuan industri lokal.
- b. Mengetahui koefisien prestasi dan temperatur pendinginan yang dapat dihasilkan.
- c. Membandingkan hasil penelitian ini dengan hasil penelitian lain.

### **1.4 MANFAAT PENELITIAN**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini :

- a. Menambah kepustakaan teknologi pendingin sistem absorpsi.
- b. Hasil-hasil penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan untuk membuat prototipe dan produk teknologi pendingin absorpsi yang dapat diterima masyarakat/industri sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan.
- c. Mengurangi ketergantungan penggunaan dan minyak bumi dan listrik.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 DASAR TEORI

Pendingin absorpsi umumnya terdiri dari 4 (empat) komponen utama yaitu: (1) absorber, (2) generator, (3) kondensor dan (4) evaporator. Pada penelitian ini model pendingin absorpsi yang dibuat terdiri dari dua komponen karena komponen absorber dan generator disatukan, dan komponen kondensor dan evaporator disatukan.



Gambar 2.1. Siklus pendinginan absorpsi

Siklus pendinginan absorpsi terdiri dari proses absorpsi (penyerapan) refrijeran (amoniak) kedalam absorber (air) dan proses pelepasan refrijeran dari absorber (proses desorpsi) proses ini dapat dilihat pada gambar 2.1. Proses absorpsi dan desorpsi terjadi pada absorber (pada penelitian ini pada generator). Pada proses desorpsi generator memerlukan energi panas dari sumber panas. Energi panas dapat berasal dari pembakaran kayu, bahan bakar minyak dan gas bumi, buangan proses industri, biomassa, biogas atau

dari energi alam seperti panas bumi dan energi surya, untuk kepraktisan pada penelitian ini digunakan pemanas listrik yang dapat diatur dayanya sebagai sumber panas. Energi panas menaikkan temperatur campuran amoniak-air yang ada di dalam generator. Karena amoniak mempunyai titik didih yang lebih rendah dibanding air maka amoniak akan mendidih terlebih dahulu. Uap amoniak ini mengalir dari generator menuju evaporator melalui kondenser. Di dalam kondenser uap amoniak mengalami pendinginan dan mengembun. Cairan amoniak di dalam tabung kondensor (juga berfungsi sebagai evaporator) mengalami ekspansi sehingga tekanannya turun. Karena tekanan amoniak di dalam evaporator turun maka temperaturnya pun turun sampai dibawah  $0^{\circ}\text{C}$ . Evaporator umumnya diletakkan di dalam kotak pendingin. Di dalam kotak pendingin tersebut diletakkan bahan-bahan yang akan didinginkan. Karena mendinginkan bahan maka cairan amoniak dalam evaporator akan menguap dan mengalir kembali ke dalam generator. Di dalam generator uap amoniak tersebut diserap oleh air, proses ini disebut absorpsi. Siklus tersebut akan berlangsung terus selama ada sumber panas. Selama proses desorpsi pendinginan di dalam evaporator tidak dapat terjadi karena seluruh amoniak berada di dalam generator, oleh karena proses pendinginan tidak berlangsung secara kontinyu maka pendinginannya dikatakan berlangsung secara *intermitten*.

Unjuk kerja pendingin absorpsi umumnya dinyatakan dengan koefisien prestasi absorpsi ( $\text{COP}_{\text{Absorpsi}}$ ) dan dapat dihitung dengan persamaan:

$$COP_{Absorpsi} = \frac{T_{generator} - T_{kondenser}}{T_{generator}} \times \frac{T_{evaporator}}{T_{generator} - T_{evaporator}} \quad (1)$$

Pada alat yang saya buat kondenser dan evaporator menjadi 1 bagian sehingga pada perhitungan  $COP_{absorpsi}$ , temperatur kondenser dianggap sama dengan temperatur evaporator.

## 2.2 PENELITIAN YANG PERNAH DILAKUKAN

Beberapa penelitian pendingin adsorpsi menggunakan zeolit-air dengan energi surya yang pernah dilakukan diantaranya oleh Hinotani (1983) mendapatkan bahwa harga COP sistem pendingin adsorpsi surya menggunakan zeolit-air akan mendekati konstan pada temperatur pemanasan 160°C atau lebih. Grenier (1983) melakukan eksperimen sistem pendingin adsorpsi surya menggunakan zeolit-air dan mendapatkan harga COP sebesar 0,12. Pons (1986) meneliti pendingin adsorpsi zeolit-air tetapi COP nya hanya 0,1. Zhu Zepei (1987) melakukan pengujian pada sistem pendingin adsorpsi surya menggunakan zeolit-air dengan kolektor plat datar dan kondensor berpendingin udara mendapatkan COP yang rendah sebesar 0,054 modifikasi yang dilakukan dengan memvakumkan sistem dan penggunaan reflektor datar tidak banyak menaikkan harga COP. Kreussler (1999) melakukan penelitian dan hasilnya adalah dengan pemanasan 150°C didapatkan energi pendinginan sebesar 250 kJ per kilogram zeolit. Sebuah penyimpan dengan volume 125 L dapat didinginkan menggunakan kolektor seluas 3 m<sup>2</sup>. Ramos (2003)

mendapatkan COP sebesar 0,25 dengan menggunakan kolektor parabola secara terpisah dari sistem pendingin sehingga setiap kali diperlukan proses pemvakuman. Sistem yang dipakai Ramos tidak menggunakan kondensor, Ramos juga mendapatkan kapasitas adsorpsi zeolit mencapai optimal dengan pemanasan tabung zeolit sebesar 250°C. Penelitian-penelitian tersebut menggunakan zeolit yang diproduksi di Jerman, Slovaft-Czech, dan Perancis

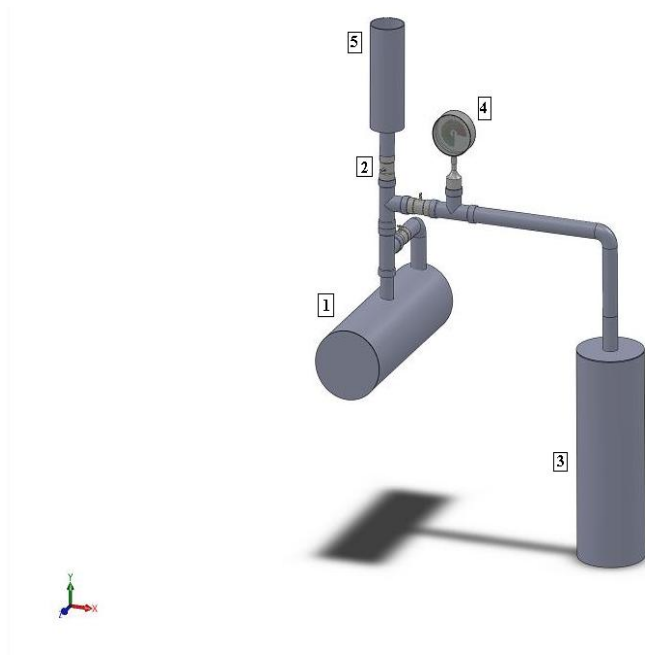


## BAB III

## METODE

### 3.1 SKEMA ALAT

Alat yang dibuat meliputi beberapa bagian yang bisa dirangkai menjadi satu. Di bawah ini adalah gambar skema alat yang dibuat.



Gambar 3.1. Skema alat pendingin absorpsi

Keterangan :

1. Generator yang juga sekaligus sebagai absorber

2. Keran
3. Kondenser sekaligus Evaporator
4. Manometer
5. Saluran untuk menampung amoniak yang akan dimasukkan ke alat.

Bagian ini bisa diganti dengan pentil saat alat akan divakum.

### **3.2 VARIABEL YANG DIUKUR**

1. Temperatur generator ( $T_1$ )
2. Temperatur pipa penghubung ( $T_2$ )
3. Temperatur evaporator ( $T_3$ )
4. Temperatur lingkungan sekitar evaporator ( $T_4$ )
5. Tekanan evaporator ( $P_E$ )
6. Waktu pencatatan data ( $t$ )

Untuk pengukuran temperatur digunakan termokopel dan untuk pengukuran tekanan digunakan manometer.

### **3.3 LANGKAH PENELITIAN**

1. Penelitian diawali dengan penyiapan alat seperti pada gambar 3.1
2. Alat dipasang termokopel pada tempat yang akan diukur suhunya
3. Alat divakumkan menggunakan pompa vakum
4. Alat diisi dengan campuran amoniak-air. Konsentrasi amoniak-air divariasi. Karena amoniak-air yang dijual di pasaran konsentrasinya tidak jauh berbeda ( kurang lebih 30% ) maka dilakukan pengenceran dengan

menambahkan aquades pada amoniak-air. Jumlah aquades yang ditambahkan adalah 250 ml pada amoniak-air 750 ml.

5. Pengambilan data dilakukan dengan memvariasikan jenis fluida pendingin kondenser, tekanan generator saat proses absorpsi dimulai dan konsentrasi amoniak. Pada saat proses desorpsi berlangsung, generator dipanaskan dengan menggunakan kompor listrik dan tabung evaporator dicelup dalam fluida pendingin yang membantu berlangsungnya proses kondensasi. Pada proses ini tabung evaporator berfungsi sebagai kondenser. Setelah tekanan yang diinginkan terpenuhi maka katup ditutup, dan generator didinginkan dengan bantuan media air sampai temperatur pada generator mencapai temperatur lingkungan. Tabung evaporator masih dalam posisi tercelup dalam fluida pendingin. Setelah itu dilakukan proses absorpsi dengan membuka katup sehingga amoniak cair yang berada pada tabung evaporator terserap oleh absorber di tabung generator.
6. Pengambilan data dilakukan tiap menit dengan mencatat di setiap titik yang diinginkan.
7. Data yang dicatat adalah temperatur generator ( $T_1$ ), temperatur pipa penghubung ( $T_2$ ), temperatur evaporator ( $T_3$ ), temperatur lingkungan evaporator ( $T_4$ ), tekanan generator ( $P$ ) dan waktu pencatatan data ( $t$ ).

Pengolahan dan analisa data diawali dengan melakukan perhitungan pada parameter-parameter yang diperlukan dengan menggunakan persamaan

(1). Analisa akan lebih mudah dilakukan dengan membuat grafik hubungan :

1. Hubungan temperatur di bagian-bagian pendingin dengan waktu pencatatan data untuk semua variasi jenis fluida pendingin kondenser dan tekanan evaporator.
2. Hubungan tekanan di evaporator dengan suhu di evaporator untuk semua variasi jenis fluida pendingin kondenser, tekanan evaporator dan konsentrasi amoniak-air.
3. Hubungan koefisien prestasi dengan waktu pencatatan data untuk semua variasi jenis fluida pendingin kondenser, tekanan evaporator dan konsentrasi amoniak-air.

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1 DATA

Berikut adalah data dari alat pendingin absorpsi dengan variasi tekanan dan pendinginan.

Tabel 4.1. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 65 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-16	24	25	19	20		Desorpsi
1	-15	24	25	19	19		
2	-15	24	25	19	19		
3	-15	24	25	19	19		
4	-15	24	25	19	19		
5	-15	24	25	19	18		
6	-14	24	25	19	18		
7	-14	25	26	19	18		
8	-12	26	25	19	18		
9	-11	26	25	19	18		
10	-10	26	25	19	18		
11	-10	27	25	18	18	0.97	
12	-8	27	25	19	18	0.97	
13	-5	27	25	19	17	0.97	
14	-2	28	25	18	18	0.97	
15	0	28	25	18	17	0.97	
16	1	29	25	18	18	0.96	
17	3	30	25	18	18	0.96	
18	5	32	25	19	18	0.96	
19	6	33	24	19	18	0.95	
20	9	33	24	18	18	0.95	
21	10	32	25	19	18	0.96	
22	13	32	24	19	18	0.96	
23	15	33	24	18	18	0.95	
24	18	33	24	19	18	0.95	

Tabel 4.1. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 65 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
25	20	35	24	19	18	0.95	
26	23	35	24	19	18	0.95	
27	25	37	24	19	18	0.94	
28	29	38	24	19	18	0.94	
29	31	38	24	19	18	0.94	
30	35	38	24	19	18	0.94	
31	39	41	22	19	18	0.93	
32	41	42	24	19	19	0.93	
33	44	42	24	19	18	0.93	
34	48	43	24	19	18	0.92	
35	51	44	24	19	18	0.92	
36	55	45	24	19	18	0.92	
37	58	46	24	19	18	0.92	
38	63	48	24	19	19	0.91	
39	65	49	24	19	19	0.91	
40	51	43	25	16	9	0.91	Pendinginan
41	45	38	21	13	9	0.92	
42	40	35	24	11	8	0.92	
43	38	33	26	11	8	0.93	
44	36	30	27	10	6	0.93	
45	34	25	25	9	8	0.95	
46	33	24	26	8	8	0.95	
47	31	25	25	9	6	0.95	
48	30	25	25	9	6	0.95	
49	30	24	26	8	6	0.95	
50	29	25	26	8	6	0.94	
51	28	25	26	6	6	0.94	
52	27	25	26	6	5	0.94	
53	26	25	26	6	5	0.94	
54	25	25	26	6	5	0.94	
55	-16	24	27	10	16	0.95	Absorpsi
56	-18	26	27	6	14	0.93	
57	-18	25	27	5	16	0.93	
58	-18	25	26	5	16	0.93	
59	-18	25	27	6	16	0.94	
60	-18	25	27	6	17	0.94	

Tabel 4.1. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 65 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
61	-18	26	27	6	18	0.93	
62	-18	25	27	8	17	0.94	
63	-19	25	27	5	18	0.93	
64	-19	25	24	4	18	0.93	
65	-19	25	27	5	19	0.93	
66	-19	25	27	6	19	0.94	
67	-19	25	27	6	19	0.94	
68	-19	25	27	8	19	0.94	
69	-19	25	27	9	19	0.95	
70	-19	25	27	9	19	0.95	
75	-19	25	27	11	19	0.95	
80	-19	25	26	11	19	0.95	
85	-19	25	27	12	20	0.96	
90	-19	25	26	13	20	0.96	
	COP rata-rata					0.95	

Tabel 4.2. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 65 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-15	24	22	22	27		Desorbsi
1	-13	24	24	23	27		
2	-11	24	24	25	27		
3	-11	24	24	25	27		
4	-11	24	22	25	27		
5	-11	24	24	26	27		
6	-11	24	25	26	27		
7	-10	25	25	26	27		
8	-10	26	25	27	27		
9	-9	26	25	27	27		
10	-9	27	25	26	27		
11	-5	26	25	27	27	1.00	
12	-1	26	25	27	27	1.00	
13	0	28	25	27	27	1.00	
14	1	28	25	27	27	1.00	
15	2	29	25	27	27	0.99	

Tabel 4.2. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 65 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
16	4	29	25	27	27	0.99	
17	5	29	24	27	27	0.99	
18	7	30	25	27	27	0.99	
19	9	30	24	27	26	0.99	
20	10	33	24	27	26	0.98	
21	13	34	24	27	27	0.98	
22	15	35	24	27	26	0.97	
23	18	35	24	26	26	0.97	
24	20	38	24	26	26	0.96	
25	23	40	24	27	27	0.96	
26	25	43	22	27	27	0.95	
27	28	42	24	27	27	0.95	
28	30	43	24	27	27	0.95	
29	34	43	24	27	27	0.95	
30	38	43	24	27	27	0.95	
31	40	44	24	27	27	0.95	
32	44	45	22	27	27	0.94	
33	47	46	24	27	27	0.94	
34	50	48	24	27	27	0.93	
35	54	48	24	27	27	0.93	
36	56	48	24	27	27	0.93	
37	60	49	24	27	27	0.93	
38	65	50	24	27	27	0.93	
39	54	41	25	28	26	0.96	Pendinginan
40	50	35	24	28	26	0.98	
41	47	35	25	27	26	0.97	
42	45	33	25	27	26	0.98	
43	44	33	25	27	26	0.98	
44	42	32	25	27	25	0.98	
45	41	30	25	27	26	0.99	
46	40	30	25	27	26	0.99	
47	40	30	25	26	26	0.99	
48	39	29	25	27	26	0.99	
49	38	29	24	27	26	0.99	
50	37	29	25	27	26	0.99	
51	36	28	25	26	26	0.99	



Tabel 4.2. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 65 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
52	35	28	25	26	26	0.99	
53	35	29	25	26	26	0.99	
54	-11	28	25	27	22	1.00	Absorbsi
55	-12	27	24	22	22	0.98	
56	-12	27	24	19	21	0.97	
57	-12	27	22	19	22	0.97	
58	-12	27	22	19	22	0.97	
59	-12	27	24	18	21	0.97	
60	-12	27	22	18	22	0.97	
61	-14	27	22	18	21	0.97	
62	-14	26	22	18	21	0.97	
63	-14	26	22	18	21	0.97	
64	-14	26	22	17	21	0.97	
65	-14	26	22	17	21	0.97	
66	-14	26	22	18	21	0.97	
67	-14	26	22	18	21	0.97	
68	-14	26	22	18	20	0.97	
69	-14	26	22	18	21	0.97	
70	-14	26	22	18	21	0.97	
75	-14	26	22	18	20	0.97	
80	-14	25	22	17	20	0.97	
85	-14	26	22	19	20	0.98	
COP rata-rata						0.98	

Tabel 4.3. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 65 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-14	26	25	25	27		Desorbsi
1	-11	27	25	26	27		
2	-10	26	25	27	27		
3	-10	26	25	27	27		
4	-10	26	25	27	27		
5	-10	28	25	27	27		
6	-10	28	25	27	27		
7	-10	28	26	27	27		
8	-10	28	25	27	27		
9	-9	29	25	27	27		
10	-5	29	26	27	27		
11	-2	29	25	27	27	0.99	

Tabel 4.3. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 65 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
12	-1	32	25	27	27	0.98	
13	1	33	26	27	27	0.98	
14	2	34	26	27	27	0.98	
15	4	34	26	27	27	0.98	
16	5	35	26	27	27	0.97	
17	7	36	25	27	27	0.97	
18	9	36	26	28	27	0.97	
19	11	38	26	27	27	0.96	
20	14	40	26	28	27	0.96	
21	15	41	26	28	27	0.96	
22	19	42	26	28	27	0.96	
23	20	43	25	28	27	0.95	
24	23	44	26	28	27	0.95	
25	25	45	26	28	27	0.95	
26	29	46	26	28	27	0.94	
27	31	48	26	28	27	0.94	
28	35	49	26	28	27	0.93	
29	39	49	27	29	27	0.94	
30	41	51	26	29	27	0.93	
31	45	51	26	29	27	0.93	
32	49	52	26	30	27	0.93	
33	51	52	27	29	27	0.93	
34	55	54	27	30	27	0.93	
35	60	54	27	29	27	0.92	
36	62	57	27	29	27	0.92	
37	65	56	27	30	27	0.92	
38	54	42	27	36	21	0.98	Pendinginan
39	51	40	27	35	21	0.98	
40	49	37	27	33	21	0.99	
41	47	36	26	32	21	0.99	
42	45	35	26	32	21	0.99	
43	43	35	26	30	21	0.98	
44	41	34	25	30	21	0.99	
45	40	33	25	29	21	0.99	
46	40	32	25	29	21	0.99	
47	40	32	26	29	21	0.99	

Tabel 4.3. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 65 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
48	39	30	26	29	21	1.00	
49	38	30	26	29	21	1.00	
50	38	29	26	28	21	1.00	
51	37	29	26	28	21	1.00	
52	36	29	26	28	21	1.00	
53	35	27	25	28	21	1.00	
54	-12	28	26	25	21	0.99	Absorpsi
55	-14	27	25	20	21	0.98	
56	-14	27	25	19	21	0.97	
57	-14	27	25	19	21	0.97	
58	-14	27	25	19	21	0.97	
59	-14	27	25	19	21	0.97	
60	-14	27	25	19	21	0.97	
61	-14	27	25	17	21	0.97	
62	-14	27	25	17	21	0.97	
63	-15	27	25	17	21	0.97	
64	-15	27	25	17	21	0.97	
65	-15	27	25	18	20	0.97	
70	-15	26	25	18	21	0.97	
75	-15	26	25	19	20	0.98	
80	-15	26	25	20	20	0.98	
COP rata-rata						0.97	

Tabel 4.4. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 65 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-3	27	27	24	22		Desorpsi
1	-2	26	27	22	20		
2	-1	27	27	21	19		
3	-1	27	26	21	19		
4	0	27	27	20	19		
5	1	27	27	19	18		
6	1	26	27	19	17		
7	2	29	27	19	18		
8	3	30	27	19	18		
9	5	32	27	19	17		

Tabel 4.4. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 65 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
10	5	34	27	19	17		
11	6	35	27	19	17	0.95	
12	7	35	27	19	17	0.95	
13	10	36	27	19	17	0.94	
14	12	37	27	19	17	0.94	
15	14	38	27	19	17	0.94	
16	17	40	28	19	17	0.93	
17	20	43	28	19	17	0.92	
18	23	44	28	19	18	0.92	
19	25	44	28	19	17	0.92	
20	29	44	28	19	18	0.92	
21	34	44	28	19	18	0.92	
22	36	49	29	19	18	0.91	
23	40	48	29	19	17	0.91	
24	44	50	28	19	18	0.90	
25	49	51	29	19	18	0.90	
26	54	56	30	20	18	0.89	
27	59	58	29	20	17	0.89	
28	65	59	29	20	18	0.88	
29	61	27	28	12	6	0.95	Pendinginan
30	60	21	27	12	6	0.97	
31	57	22	27	12	6	0.97	
32	56	21	27	11	6	0.97	
33	55	20	27	11	5	0.97	
34	54	22	27	10	5	0.96	
35	52	21	27	10	5	0.96	
36	1	21	27	11	19	0.97	Absorpsi
37	0	21	27	11	17	0.97	
38	-2	21	27	12	17	0.97	
39	-2	21	27	11	17	0.97	
40	-3	21	27	11	17	0.97	
41	-3	21	27	12	18	0.97	
42	-5	21	27	12	18	0.97	
43	-5	21	27	12	18	0.97	
44	-5	21	27	12	19	0.97	
45	-6	21	26	12	19	0.97	

Tabel 4.4. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 65 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
50	-7	20	27	13	19	0.98	
55	-8	21	27	14	20	0.98	
COP rata-rata						0.95	

Tabel 4.5. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 65 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-5	28	29	30	30		Desorbsi
1	-2	28	29	29	30		
2	-2	27	27	29	30		
3	-1	27	28	30	30		
4	0	28	28	29	30		
5	0	28	27	30	30		
6	0	29	27	30	30		
7	0	30	27	29	30		
8	2	30	27	29	28		
9	4	30	27	28	27		
10	5	32	27	28	27		
11	7	33	27	28	27	0.98	
12	10	35	27	29	27	0.98	
13	11	35	28	29	27	0.98	
14	14	37	28	29	27	0.97	
15	15	40	28	30	27	0.97	
16	19	41	28	29	27	0.96	
17	21	43	28	30	27	0.96	
18	24	43	29	29	27	0.96	
19	27	43	30	30	27	0.96	
20	31	46	29	32	27	0.96	
21	35	45	30	32	27	0.96	
22	39	44	30	29	27	0.95	
23	42	48	32	30	27	0.94	
24	45	50	29	33	27	0.95	
25	50	50	32	32	27	0.94	
26	54	52	30	32	27	0.94	
27	57	52	30	32	27	0.94	

Tabel 4.5. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 65 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
28	63	53	32	33	27	0.94	
29	65	53	32	33	27	0.94	
30	60	38	30	27	26	0.96	Pendinginan
31	59	35	30	27	26	0.97	
32	58	34	29	27	26	0.98	
33	56	33	29	27	26	0.98	
34	55	32	29	27	25	0.98	
35	55	32	29	27	26	0.98	
36	54	30	29	27	26	0.99	
37	54	30	29	27	26	0.99	
38	54	30	29	27	26	0.99	
39	53	29	28	27	26	0.99	
40	53	29	28	27	26	0.99	
41	53	28	30	27	26	1.00	
42	0	28	28	25	24	0.99	Absorpsi
43	-1	27	27	20	22	0.98	
44	0	27	27	19	24	0.97	
45	0	27	27	19	22	0.97	
46	0	27	27	19	22	0.97	
47	-1	27	26	19	22	0.97	
48	-1	27	27	19	22	0.97	
49	-1	27	27	19	22	0.97	
50	-1	27	27	19	21	0.97	
55	-2	27	27	20	21	0.98	
60	-2	26	27	20	22	0.98	
COP rata-rata						0.98	

Tabel 4.6. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 65 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-8	27	27	28	28		Desorpsi
1	-5	27	27	28	28		
2	-5	27	27	28	27		
3	-3	27	27	28	27		
4	-2	27	27	28	28		
5	-1	27	27	28	28		

Tabel 4.6. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 65 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
6	-1	27	27	28	27		
7	0	28	27	27	28		
8	1	27	27	28	27		
9	3	29	27	28	27		
10	4	29	27	28	27		
11	5	29	27	28	27	1.00	
12	8	30	27	28	27	0.99	
13	9	30	28	29	27	1.00	
14	14	34	28	28	27	0.98	
15	15	35	29	29	28	0.98	
16	18	34	29	28	28	0.98	
17	20	35	29	29	28	0.98	
18	25	36	29	29	28	0.98	
19	25	36	29	29	28	0.98	
20	26	36	29	29	27	0.98	
21	30	37	29	29	28	0.97	
22	34	38	30	29	27	0.97	
23	36	37	29	29	28	0.97	
24	40	40	30	29	28	0.96	
25	45	41	30	29	28	0.96	
26	49	42	30	30	28	0.96	
27	52	43	32	30	27	0.96	
28	56	44	30	32	27	0.96	
29	60	45	32	30	27	0.95	
30	65	48	30	30	27	0.94	
31	60	41	32	32	22	0.97	Pendinginan
32	60	36	30	30	24	0.98	
33	58	35	30	29	22	0.98	
34	57	34	30	28	22	0.98	
35	56	34	30	28	22	0.98	
36	55	33	29	27	22	0.98	
37	55	33	28	27	22	0.98	
38	55	30	29	27	21	0.99	
39	55	30	28	27	22	0.99	
40	55	30	28	27	21	0.99	
41	54	30	28	27	21	0.99	

Tabel 4.6. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 65 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
42	53	29	28	27	22	0.99	
43	53	29	28	27	22	0.99	
44	53	29	27	27	24	0.99	
45	52	29	28	27	22	0.99	
46	50	29	27	27	21	0.99	
47	51	28	29	27	22	1.00	
48	51	28	28	27	22	1.00	
49	50	28	28	27	21	1.00	
50	0	28	27	26	22	0.99	Absorbsi
51	-1	27	26	22	21	0.98	
52	-1	27	25	20	21	0.98	
53	-1	27	26	19	21	0.97	
54	-1	27	26	19	21	0.97	
55	-1	27	25	20	21	0.98	
60	-2	26	26	20	21	0.98	
65	-2	26	26	20	21	0.98	
70	-3	27	26	21	21	0.98	
COP rata-rata						0.98	

Tabel 4.7. 1000 ml amoniak 22,5% , tekanan 105 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-19	25	25	20	19		Desorbsi
1	-19	25	24	19	18		
2	-19	25	24	19	18		
3	-19	25	24	18	17		
4	-19	25	24	18	17		
5	-19	26	24	17	16		
6	-18	26	24	17	16		
7	-16	26	22	17	16		
8	-15	27	24	17	14		
9	-14	27	22	17	14		
10	-12	27	22	17	14		
11	-10	28	22	16	14	0.96	
12	-10	28	22	16	14	0.96	
13	-8	26	22	16	14	0.97	



Tabel 4.7. 1000 ml amoniak 22,5% , tekanan 105 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
14	-5	32	22	16	13	0.95	
15	-1	32	24	16	14	0.95	
16	0	32	22	16	14	0.95	
17	1	33	24	16	14	0.94	
18	3	34	22	16	14	0.94	
19	5	35	22	16	14	0.94	
20	6	36	22	16	14	0.94	
21	8	36	22	17	14	0.94	
22	10	38	22	17	14	0.93	
23	12	40	22	16	14	0.92	
24	15	40	21	17	14	0.93	
25	17	42	21	16	14	0.92	
26	20	43	22	16	14	0.91	
27	22	43	22	17	14	0.92	
28	25	43	22	17	16	0.92	
29	27	44	21	17	16	0.91	
30	30	45	21	16	16	0.91	
31	33	46	21	17	16	0.91	
32	36	48	21	16	16	0.90	
33	39	48	21	16	14	0.90	
34	42	50	21	17	16	0.90	
35	45	51	21	17	16	0.90	
36	49	51	21	17	16	0.90	
37	51	51	21	18	16	0.90	
38	55	51	22	18	16	0.90	
39	59	51	22	18	16	0.90	
40	62	53	22	18	16	0.89	
41	65	52	22	19	16	0.90	
42	69	52	22	18	16	0.90	
43	72	54	22	19	16	0.89	
44	75	56	22	19	16	0.89	
45	79	57	22	19	16	0.88	
46	83	58	22	19	16	0.88	
47	86	58	22	18	17	0.88	
48	90	59	22	19	16	0.88	

Tabel 4.7. 1000 ml amoniak 22,5% , tekanan 105 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
49	94	60	24	19	17	0.88	
50	97	62	22	19	17	0.87	
51	100	62	22	19	17	0.87	
52	103	64	22	19	17	0.87	
53	105	65	22	19	17	0.86	
54	93	56	24	27	20	0.91	Pendinginan
55	76	46	25	20	12	0.92	
56	72	36	25	18	11	0.94	
57	69	34	24	17	11	0.94	
58	65	30	24	16	11	0.95	
59	62	29	24	13	10	0.95	
60	60	28	24	13	9	0.95	
61	56	27	24	12	9	0.95	
62	55	27	22	12	8	0.95	
63	53	27	24	11	8	0.95	
64	51	26	24	11	8	0.95	
65	50	24	24	11	6	0.96	
66	-16	22	22	2	18	0.93	Absorpsi
67	-16	22	21	0	17	0.93	
68	-18	22	21	1	16	0.93	
69	-18	22	21	2	16	0.93	
70	-18	22	21	2	17	0.93	
71	-19	22	21	3	17	0.94	
72	-19	22	21	3	17	0.94	
73	-19	22	21	3	17	0.94	
74	-19	22	21	3	17	0.94	
75	-19	22	21	4	18	0.94	
80	-19	24	21	5	19	0.94	
85	-19	24	22	8	21	0.95	
90	-19	22	22	10	22	0.96	
95	-19	24	24	12	24	0.96	
100	-19	24	24	15	22	0.97	
	COP rata-rata					0.93	

Tabel 4.8. 1000 ml amoniak 22,5% , tekanan 105 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-18	26	21	19	24		Desorbsi
1	-15	25	25	21	24		
2	-14	24	25	22	22		
3	-14	26	26	22	22		
4	-14	25	25	22	24		
5	-12	25	26	24	24		
6	-11	26	26	24	24		
7	-11	26	26	24	24		
8	-10	27	26	24	24		
9	-10	27	26	24	22		
10	-8	27	26	24	24		
11	-4	27	26	24	24	0.99	
12	-2	27	26	24	24	0.99	
13	0	27	26	24	24	0.99	
14	2	28	25	24	24	0.99	
15	3	28	25	24	24	0.99	
16	4	28	25	24	24	0.99	
17	5	29	25	24	24	0.98	
18	8	30	25	24	24	0.98	
19	10	33	25	25	24	0.97	
20	12	34	25	25	24	0.97	
21	14	34	24	24	24	0.97	
22	16	34	24	24	24	0.97	
23	19	34	24	24	24	0.97	
24	21	35	24	24	24	0.96	
25	25	35	24	24	24	0.96	
26	27	35	24	24	24	0.96	
27	30	35	24	25	24	0.97	
28	33	35	22	24	25	0.96	
29	36	38	22	25	24	0.96	
30	40	40	22	25	24	0.95	
31	43	42	24	25	24	0.95	
32	46	40	22	25	24	0.95	
33	50	40	22	25	25	0.95	
34	53	41	22	25	24	0.95	
35	56	43	22	25	25	0.94	

Tabel 4.8. 1000 ml amoniak 22,5% , tekanan 105 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
36	60	42	22	25	25	0.95	
37	64	43	22	25	25	0.94	
38	68	43	22	25	25	0.94	
39	71	43	24	25	25	0.94	
40	75	44	24	26	25	0.94	
41	79	44	24	26	24	0.94	
42	83	48	26	26	24	0.93	
43	87	48	25	26	25	0.93	
44	90	50	26	26	25	0.93	
45	95	53	26	26	24	0.92	
46	99	56	26	26	25	0.91	
47	103	56	26	26	25	0.91	
48	105	58	27	26	25	0.90	
49	94	51	26	27	24	0.93	Pendinginan
50	90	48	25	26	22	0.93	
51	85	45	26	26	22	0.94	
52	83	43	26	25	24	0.94	
53	80	42	24	25	24	0.95	
54	79	38	24	25	22	0.96	
55	76	37	24	24	22	0.96	
56	75	35	25	24	24	0.96	
57	75	35	25	24	22	0.96	
58	74	34	25	24	24	0.97	
59	72	33	25	24	22	0.97	
60	71	33	25	24	22	0.97	
61	70	29	26	24	24	0.98	
62	70	28	25	24	22	0.99	
63	69	27	26	24	24	0.99	
64	68	27	26	24	24	0.99	
65	67	27	26	24	24	0.99	
66	-14	27	27	10	24	0.94	Absorbsi
67	-14	27	27	6	21	0.93	
68	-14	27	27	9	19	0.94	
69	-14	27	27	10	19	0.94	
70	-15	27	27	10	19	0.94	

Tabel 4.8. 1000 ml amoniak 22,5% , tekanan 105 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
71	-15	26	27	11	20	0.95	
72	-15	27	27	11	20	0.95	
73	-15	27	27	11	20	0.95	
74	-15	27	27	11	19	0.95	
75	-15	26	27	11	20	0.95	
80	-15	26	27	12	20	0.95	
85	-15	26	27	13	20	0.96	
90	-15	26	26	14	20	0.96	
95	-15	26	26	17	21	0.97	
100	-15	25	26	19	21	0.98	
COP rata-rata						0.96	

Tabel 4.9. 1000 ml amoniak 22,5% , tekanan 105 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-18	25	27	21	24		Desorpsi
1	-18	25	26	22	24		
2	-16	25	27	22	24		
3	-16	25	27	24	25		
4	-15	25	27	24	24		
5	-15	26	26	24	24		
6	-14	26	27	24	24		
7	-14	26	27	24	24		
8	-12	26	27	24	24		
9	-12	26	26	24	24		
10	-10	27	27	24	24		
11	-10	27	26	24	24	0.99	
12	-9	27	26	24	24	0.99	
13	-4	28	26	25	24	0.99	
14	-1	28	26	24	24	0.99	
15	0	29	26	24	24	0.98	
16	1	30	26	24	24	0.98	
17	3	30	26	24	24	0.98	
18	5	32	26	24	24	0.97	
19	6	32	26	24	24	0.97	

Tabel 4.9. 1000 ml amoniak 22,5% , tekanan 105 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
20	8	33	26	25	25	0.97	
21	10	32	26	24	24	0.97	
22	12	30	25	25	24	0.98	
23	15	32	25	24	24	0.97	
24	16	32	25	24	24	0.97	
25	19	32	25	24	25	0.97	
26	21	32	25	25	24	0.98	
27	25	33	25	24	24	0.97	
28	26	33	24	25	23	0.97	
29	29	33	24	25	24	0.97	
30	32	33	24	25	24	0.97	
31	35	35	24	25	24	0.97	
32	38	35	24	25	24	0.97	
33	41	36	24	25	24	0.96	
34	44	36	25	25	24	0.96	
35	47	38	27	25	25	0.96	
36	51	40	26	25	24	0.95	
37	54	41	26	25	24	0.95	
38	58	42	25	25	25	0.95	
39	61	43	26	25	24	0.94	
40	65	44	26	25	25	0.94	
41	69	45	26	25	24	0.94	
42	73	46	26	26	25	0.94	
43	76	50	25	26	25	0.93	
44	80	50	25	26	25	0.93	
45	85	51	25	26	25	0.92	
46	88	51	26	26	25	0.92	
47	92	53	29	26	25	0.92	
48	95	52	28	27	25	0.92	
49	99	52	26	26	25	0.92	
50	103	54	26	26	25	0.91	
51	105	54	25	26	25	0.91	
52	90	43	21	35	25	0.97	Pendinginan
53	87	43	24	34	24	0.97	
54	85	42	24	33	24	0.97	

Tabel 4.9. 1000 ml amoniak 22,5% , tekanan 105 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
55	83	40	24	23	24	0.95	
56	81	38	24	32	22	0.98	
57	80	37	24	32	24	0.98	
58	78	33	24	30	24	0.99	
59	76	32	25	30	24	0.99	
60	75	31	25	30	24	1.00	
61	75	29	26	30	24	1.00	
62	74	28	26	29	22	1.00	
63	73	28	26	29	24	1.00	
64	72	27	26	28	24	1.00	
65	71	27	26	28	22	1.00	
66	70	27	26	28	22	1.00	
67	70	27	27	28	22	1.00	
68	-16	27	26	26	24	1.00	Absorpsi
69	-16	26	24	19	22	0.98	
70	-16	26	24	17	22	0.97	
71	-16	26	24	16	22	0.97	
72	-17	26	24	16	21	0.97	
73	-17	25	24	16	22	0.97	
74	-18	26	24	16	22	0.97	
75	-18	25	24	16	22	0.97	
76	-18	25	24	16	21	0.97	
77	-18	25	24	16	21	0.97	
78	-19	26	24	14	21	0.96	
79	-19	25	22	16	21	0.97	
80	-19	25	24	16	20	0.97	
85	-19	25	24	16	21	0.97	
90	-19	25	24	18	21	0.98	
	COP rata-rata					0.97	

Tabel 4.10. 1000 ml amoniak 30% , tekanan 105 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-5	24	26	22	20		Desorpsi
1	-5	24	26	22	20		

Tabel 4.10. 1000 ml amoniak 30% , tekanan 105 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
2	-4	24	26	22	20		
3	-2	25	25	21	20		
4	-1	24	26	21	21		
5	0	26	26	21	20		
6	0	27	26	22	20		
7	0	27	26	22	20		
8	1	28	26	22	20		
9	3	29	26	22	20		
10	5	32	26	22	20		
11	5	33	27	22	20	0.96	
12	6	35	27	21	20	0.95	
13	8	35	27	22	20	0.96	
14	10	37	27	24	20	0.96	
15	13	38	27	24	20	0.95	
16	15	40	27	24	20	0.95	
17	17	41	27	24	20	0.95	
18	20	43	27	24	20	0.94	
19	23	45	27	24	20	0.93	
20	26	48	27	25	20	0.93	
21	30	51	28	25	20	0.92	
22	33	49	29	24	20	0.92	
23	37	52	29	25	21	0.92	
24	40	51	29	24	20	0.92	
25	45	54	29	24	21	0.91	
26	50	58	29	25	21	0.90	
27	54	59	29	26	20	0.90	
28	58	60	29	26	21	0.90	
29	62	61	29	26	20	0.90	
30	66	64	30	26	20	0.89	
31	72	66	30	26	21	0.88	
32	76	66	30	26	21	0.88	
33	83	70	32	27	21	0.87	
34	88	72	30	27	21	0.87	
35	93	73	32	27	21	0.87	
36	98	73	32	27	21	0.87	
37	105	75	32	27	20	0.86	



Tabel 4.10. 1000 ml amoniak 30% , tekanan 105 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
38	95	42	33	19	13	0.93	Pendinginan
39	92	33	32	19	12	0.95	
40	89	30	30	17	11	0.96	
41	80	29	28	17	11	0.96	
42	74	28	28	16	10	0.96	
43	69	27	28	14	9	0.96	
44	65	27	28	14	9	0.96	
45	59	26	27	16	9	0.97	
46	4	26	27	17	19	0.97	Absorbsi
47	1	26	26	17	19	0.97	
48	0	25	26	18	19	0.98	
49	0	26	26	18	19	0.97	
50	0	26	26	18	19	0.97	
51	0	26	26	18	19	0.97	
52	0	26	26	18	19	0.97	
53	0	26	26	18	19	0.97	
54	0	26	26	18	19	0.97	
55	0	26	26	18	19	0.97	
60	0	25	26	19	19	0.98	
65	0	26	26	19	21	0.98	
70	-1	26	26	19	21	0.98	
COP rata-rata						0.95	

Tabel 4.11. 1000 ml amoniak 30% , tekanan 105 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-12	25	24	24	24		Desorbsi
1	-12	25	25	24	24		
2	-12	25	25	24	24		
3	-12	25	25	24	24		
4	-10	25	25	24	24		
5	-10	26	26	25	24		
6	-9	26	26	25	24		
7	-8	26	26	24	24		
8	-5	26	26	25	24		

Tabel 4.11. 1000 ml amoniak 30% , tekanan 105 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
9	-1	26	26	25	24		
10	0	27	27	25	24		
11	1	27	27	26	24	1.00	
12	3	29	27	26	24	0.99	
13	5	29	27	26	24	0.99	
14	6	29	27	26	24	0.99	
15	8	30	27	26	24	0.99	
16	10	29	27	26	24	0.99	
17	12	29	27	26	25	0.99	
18	15	30	27	26	24	0.99	
19	17	30	27	26	24	0.99	
20	20	32	27	26	24	0.98	
21	22	32	28	27	24	0.98	
22	25	32	28	27	24	0.98	
23	28	33	29	27	24	0.98	
24	31	34	29	27	24	0.98	
25	35	35	30	27	25	0.97	
26	38	35	30	27	24	0.97	
27	40	36	29	27	24	0.97	
28	45	36	32	28	24	0.97	
29	50	35	33	29	24	0.98	
30	53	37	34	29	26	0.97	
31	56	37	33	29	25	0.97	
32	60	40	34	29	24	0.96	
33	65	40	34	29	25	0.96	
34	70	41	34	30	24	0.96	
35	74	45	34	29	26	0.95	
36	78	56	29	27	24	0.91	
37	83	59	29	27	25	0.90	
38	88	57	30	27	25	0.91	
39	91	53	30	27	25	0.92	
40	95	59	30	27	25	0.90	
41	100	59	30	27	25	0.90	
42	105	51	30	27	24	0.93	
43	96	50	32	28	25	0.93	Pendinginan
44	93	41	33	28	25	0.96	

Tabel 4.11. 1000 ml amoniak 30% , tekanan 105 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
45	90	37	30	27	25	0.97	
46	89	32	30	27	26	0.98	
47	88	32	29	27	25	0.98	
48	86	30	29	27	26	0.99	
49	85	29	28	27	26	0.99	
50	85	28	28	27	25	1.00	
51	85	26	27	27	26	1.00	
52	1	26	26	18	22	0.97	Absorpsi
53	0	24	22	16	22	0.97	
54	0	24	22	14	21	0.97	
55	0	24	22	14	20	0.97	
56	0	24	22	14	20	0.97	
57	-2	24	22	14	19	0.97	
58	-4	24	22	14	19	0.97	
59	-5	24	22	14	19	0.97	
60	-5	24	22	14	19	0.97	
65	-5	24	24	16	19	0.97	
70	-7	24	24	17	19	0.98	
75	-8	24	24	17	19	0.98	
80	-8	25	25	18	20	0.98	
85	-8	25	25	19	24	0.98	
90	-8	25	25	20	24	0.98	
COP rata-rata						0.97	

Tabel 4.12. 1000 ml amoniak 30% , tekanan 105 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-10	25	25	24	24		Desorpsi
1	-9	25	25	24	24		
2	-9	25	26	24	24		
3	-9	25	25	24	24		
4	-8	25	25	24	24		
5	-6	26	26	25	24		
6	-5	25	26	24	24		
7	-3	26	26	25	24		
8	-2	26	26	25	24		
9	0	27	26	25	24		

Tabel 4.12. 1000 ml amoniak 30% , tekanan 105 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
10	1	27	27	26	24		
11	3	27	26	25	24	0.99	
12	4	28	27	26	24	0.99	
13	6	30	27	26	24	0.99	
14	8	32	27	26	24	0.98	
15	10	33	28	27	24	0.98	
16	12	34	27	27	24	0.98	
17	14	34	28	26	24	0.97	
18	15	35	28	27	25	0.97	
19	19	35	28	27	25	0.97	
20	20	36	28	27	25	0.97	
21	25	36	28	27	25	0.97	
22	27	37	29	27	25	0.97	
23	30	37	29	27	25	0.97	
24	34	40	29	27	25	0.96	
25	37	42	30	27	25	0.95	
26	41	42	30	27	25	0.95	
27	45	43	30	27	25	0.95	
28	50	48	32	28	25	0.94	
29	53	51	33	28	25	0.93	
30	56	54	33	29	25	0.92	
31	62	57	34	30	25	0.92	
32	67	59	34	30	25	0.91	
33	70	59	34	30	25	0.91	
34	75	59	34	30	25	0.91	
35	79	62	35	30	25	0.90	
36	84	62	35	32	26	0.91	
37	89	65	35	32	25	0.90	
38	93	61	35	30	25	0.91	
39	98	57	33	30	25	0.92	
40	103	59	33	30	25	0.91	
41	105	60	33	32	25	0.92	
42	95	44	32	32	21	0.96	Pendinginan
43	95	41	32	30	24	0.96	
44	93	40	30	32	22	0.97	
45	91	37	30	30	25	0.98	

Tabel 4.12. 1000 ml amoniak 30% , tekanan 105 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
47	89	35	28	29	22	0.98	
48	87	35	29	29	22	0.98	
49	85	33	29	28	22	0.98	
50	85	33	29	28	22	0.98	
51	84	32	28	28	22	0.99	
52	83	30	28	27	22	0.99	
53	83	29	28	27	21	0.99	
54	81	28	27	27	22	1.00	
55	80	28	27	27	22	1.00	
56	80	28	27	27	22	1.00	
57	80	28	27	27	22	1.00	
58	80	27	27	26	22	1.00	
59	0	26	27	20	24	0.98	Absorpsi
60	-1	26	25	19	22	0.98	
61	-1	25	24	18	22	0.98	
62	-2	25	24	17	21	0.97	
63	-2	25	24	17	20	0.97	
64	-3	25	24	16	20	0.97	
65	-3	25	25	17	20	0.97	
66	-2	24	25	17	20	0.98	
67	-2	25	25	17	20	0.97	
68	-2	25	24	17	19	0.97	
69	-2	25	25	17	20	0.97	
70	-2	25	25	17	20	0.97	
75	-5	25	25	19	21	0.98	
80	-5	25	25	19	20	0.98	
85	-5	25	27	20	21	0.98	
	COP rata-rata					0.97	

Tabel 4.13. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-20	26	27	22	20		Desorpsi
1	-20	26	26	21	19		
2	-20	26	27	21	12		
3	-20	26	26	21	18		

Tabel 4.13. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
4	-19	26	26	21	18		
5	-19	26	26	19	17		
6	-18	27	27	24	17		
7	-16	27	27	25	16		
8	-13	27	26	26	14		
9	-12	27	27	25	14		
10	-10	27	27	25	14		
11	-9	27	27	25	13	0.99	
12	-9	27	27	25	14	0.99	
13	-8	28	27	26	14	0.99	
14	-4	28	27	26	14	0.99	
15	-1	29	27	26	14	0.99	
16	0	29	27	25	14	0.99	
17	1	29	27	25	16	0.99	
18	3	29	27	25	14	0.99	
19	5	30	28	25	14	0.98	
20	6	32	27	26	16	0.98	
21	8	34	28	26	14	0.91	
22	10	34	28	25	14	0.97	
23	11	34	28	26	14	0.97	
24	14	34	28	26	14	0.97	
25	16	34	28	26	14	0.97	
26	18	35	28	25	14	0.97	
27	20	35	28	26	14	0.97	
28	23	36	28	26	14	0.97	
29	25	36	28	26	16	0.97	
30	28	37	28	26	16	0.96	
31	30	38	28	26	16	0.96	
32	32	37	28	26	16	0.96	
33	36	38	28	26	16	0.96	
34	40	40	29	26	16	0.96	
35	41	41	29	26	16	0.95	
36	45	42	28	26	16	0.95	
37	48	43	29	26	16	0.95	
38	50	43	29	26	16	0.95	
39	54	45	29	26	16	0.94	
40	56	44	29	25	17	0.94	

Tabel 4.13. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
41	60	44	29	26	16	0.94	
42	63	45	29	26	16	0.94	
43	65	45	29	26	16	0.94	
44	69	44	29	27	16	0.95	
45	70	45	29	26	16	0.94	
46	75	45	29	26	17	0.94	
47	77	46	30	26	17	0.94	
48	80	49	30	26	17	0.93	
49	83	49	29	26	17	0.93	
50	85	50	30	26	17	0.93	
51	90	51	30	26	17	0.92	
52	92	51	30	26	17	0.92	
53	94	51	29	26	17	0.92	
54	97	51	30	26	17	0.92	
55	100	52	30	26	17	0.92	
56	103	54	30	26	17	0.91	
57	105	56	30	26	18	0.91	
58	108	57	32	26	18	0.91	
59	110	56	30	26	18	0.91	
60	110	57	30	26	18	0.91	
61	111	57	30	26	17	0.91	
62	111	58	30	26	17	0.90	
63	113	58	32	26	18	0.90	
64	115	59	32	26	19	0.90	
65	117	59	32	26	19	0.90	
66	120	59	32	26	19	0.90	
67	120	59	32	26	19	0.90	
68	121	59	32	26	19	0.90	
69	122	60	32	26	19	0.90	
70	123	61	32	26	19	0.90	
71	123	62	32	26	19	0.89	
72	124	62	33	26	19	0.89	
73	126	64	33	26	21	0.89	
74	130	67	33	26	22	0.88	
75	133	69	33	26	22	0.87	
76	135	68	33	27	22	0.88	
77	135	68	33	26	22	0.88	

Tabel 4.13. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
78	136	70	33	26	22	0.87	
79	136	72	34	26	22	0.87	
80	137	74	34	26	24	0.86	
81	136	75	35	27	22	0.86	
82	137	75	35	27	22	0.86	
83	139	74	34	27	22	0.86	
84	139	75	36	27	22	0.86	
85	143	74	36	27	24	0.86	
86	145	76	35	26	22	0.86	
87	88	67	34	26	4	0.88	Pendinginan
88	78	56	33	26	4	0.91	
89	70	52	32	26	4	0.92	
90	66	45	30	26	4	0.94	
91	65	44	29	26	4	0.94	
92	60	43	29	26	4	0.95	
93	59	40	27	25	4	0.95	
94	56	38	26	26	4	0.96	
95	55	37	27	26	4	0.96	
96	55	36	27	26	3	0.97	
97	55	37	27	26	4	0.96	
98	55	32	26	26	4	0.98	
99	55	29	26	26	4	0.99	
100	55	27	26	26	3	1.00	
101	55	27	25	26	4	1.00	
102	55	26	25	25	3	1.00	
103	-11	24	2	-5	13	0.90	Absorpsi
104	-15	20	4	-5	8	0.91	
105	-15	16	4	-5	7	0.93	
106	-15	14	4	-5	5	0.93	
107	-15	14	4	-5	4	0.93	
108	-17	14	6	-5	5	0.93	
109	-18	16	7	-5	6	0.93	
110	-19	20	11	-5	4	0.91	
111	-19	20	11	-5	4	0.91	
112	-19	21	11	-5	6	0.91	
113	-19	21	12	-5	6	0.91	
114	-19	20	12	-5	9	0.91	



Tabel 4.13. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
115	-20	20	12	-5	9	0.91	
120	-20	20	14	-5	11	0.91	
125	-20	21	16	-5	13	0.91	
130	-20	20	16	-3	20	0.92	
135	-20	21	17	-2	20	0.92	
140	-20	22	18	2	20	0.93	
145	-20	24	19	3	20	0.93	
150	-20	24	19	8	20	0.95	
155	-20	25	19	15	20	0.97	
COP rata-rata						0.94	

Tabel 4.14. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-20	25	25	24	24		Desorpsi
1	-20	25	25	24	24		
2	-20	26	26	24	24		
3	-20	25	25	24	24		
4	-19	26	26	24	24		
5	-18	26	26	24	24		
6	-16	26	26	24	24		
7	-15	26	26	25	22		
8	-15	26	26	25	24		
9	-14	26	27	25	24		
10	-11	27	27	25	24		
11	-10	27	27	25	26	0.99	
12	-9	27	27	25	25	0.99	
13	-8	27	27	25	24	0.99	
14	-4	28	27	25	24	0.99	
15	-1	28	27	25	24	0.99	
16	0	28	27	26	24	0.99	
17	1	29	27	25	24	0.99	
18	3	29	27	26	24	0.99	
19	5	30	27	26	24	0.99	
20	6	32	28	26	25	0.98	
21	8	33	28	26	25	0.98	

Tabel 4.14. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
22	10	34	28	26	24	0.97	
23	13	35	28	26	24	0.97	
24	15	35	29	27	25	0.97	
25	18	37	29	27	25	0.97	
26	20	38	29	27	25	0.96	
27	22	40	29	27	25	0.96	
28	25	41	30	27	25	0.96	
29	27	42	30	27	24	0.95	
30	30	43	30	27	24	0.95	
31	34	44	30	27	25	0.95	
32	36	44	30	27	25	0.95	
33	40	44	32	27	25	0.95	
34	42	44	30	27	25	0.95	
35	45	44	30	27	25	0.95	
36	49	45	30	27	25	0.94	
37	51	46	30	27	24	0.94	
38	55	46	32	27	25	0.94	
39	58	46	30	28	24	0.94	
40	60	46	32	27	25	0.94	
41	65	46	30	27	25	0.94	
42	66	46	30	27	25	0.94	
43	70	46	30	27	25	0.94	
44	74	46	30	27	25	0.94	
45	75	49	30	28	25	0.93	
46	79	50	30	28	25	0.93	
47	82	50	30	28	25	0.93	
48	86	51	32	28	25	0.93	
49	89	52	32	28	25	0.93	
50	91	51	30	28	25	0.93	
51	95	51	30	27	25	0.93	
52	98	51	30	28	26	0.93	
53	100	52	30	28	25	0.93	
54	103	52	29	28	26	0.93	
55	106	52	30	28	26	0.93	
56	109	54	30	28	25	0.92	
57	112	54	30	28	25	0.92	
58	115	56	32	29	26	0.92	

Tabel 4.14. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
59	118	58	32	29	25	0.91	
60	120	54	30	28	26	0.92	
61	122	56	30	28	25	0.91	
62	125	56	32	29	25	0.92	
63	128	57	32	29	25	0.92	
64	130	58	32	29	26	0.91	
65	133	58	30	29	25	0.91	
66	135	59	32	29	25	0.91	
67	138	59	32	29	25	0.91	
68	140	59	32	30	25	0.91	
69	143	60	32	28	26	0.90	
70	145	60	32	27	26	0.90	
71	133	46	30	26	27	0.94	Pendinginan
72	129	41	29	25	27	0.95	
73	123	38	29	23	27	0.95	
74	119	36	27	22	21	0.95	
75	118	35	27	22	21	0.96	
76	115	35	27	21	21	0.95	
77	114	35	27	21	21	0.95	
78	114	35	27	21	21	0.95	
79	110	34	26	21	21	0.96	
80	110	33	25	21	21	0.96	
81	109	32	27	20	20	0.96	
82	108	32	26	20	20	0.96	
83	106	29	26	21	21	0.97	
84	105	28	26	21	20	0.98	
85	-11	28	26	10	21	0.94	Absorpsi
86	-12	26	19	8	19	0.94	
87	-12	26	19	8	17	0.94	
88	-14	25	19	9	16	0.95	
89	-14	25	19	9	17	0.95	
90	-14	24	19	9	17	0.95	
91	-15	25	19	9	17	0.95	
92	-16	24	19	9	17	0.95	
93	-17	24	19	10	19	0.95	
94	-17	25	19	10	19	0.95	
95	-18	24	19	11	20	0.96	

Tabel 4.14. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
100	-18	24	19	11	19	0.96	
105	-18	24	20	12	20	0.96	
110	-18	24	20	14	20	0.97	
COP rata-rata						0.95	

Tabel 4.15. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-20	26	25	22	24		Desorpsi
1	-20	26	25	24	24		
2	-20	26	25	24	24		
3	-19	26	25	24	24		
4	-14	26	25	24	24		
5	-12	26	25	24	24		
6	-10	26	25	24	24		
7	-9	26	24	24	24		
8	-6	28	24	24	24		
9	-3	29	24	25	24		
10	-1	29	25	25	24		
11	0	30	25	24	24	0.98	
12	0	32	25	24	24	0.97	
13	1	32	26	25	24	0.98	
14	3	34	26	25	24	0.97	
15	4	35	26	25	25	0.97	
16	5	36	26	25	24	0.96	
17	7	36	26	25	24	0.96	
18	9	38	26	25	24	0.96	
19	10	40	27	25	24	0.95	
20	13	42	26	25	24	0.95	
21	15	43	27	26	24	0.95	
22	18	44	27	26	24	0.94	
23	20	45	27	26	24	0.94	
24	22	45	27	26	24	0.94	
25	25	46	27	26	25	0.94	
26	27	46	27	26	24	0.94	
27	30	49	28	27	24	0.93	

Tabel 4.15. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
28	33	49	28	26	24	0.93	
29	37	50	28	27	24	0.93	
30	40	50	28	27	24	0.93	
31	43	51	29	27	25	0.93	
32	45	52	29	27	25	0.92	
33	50	52	29	27	24	0.92	
34	54	56	30	27	25	0.91	
35	56	57	30	27	24	0.91	
36	60	58	29	27	24	0.91	
37	64	59	29	27	24	0.90	
38	66	60	30	27	24	0.90	
39	71	62	30	27	25	0.90	
40	75	65	30	27	24	0.89	
41	78	67	30	27	24	0.88	
42	83	67	30	28	24	0.89	
43	86	74	30	28	25	0.87	
44	90	80	32	28	25	0.85	
45	95	80	30	28	25	0.85	
46	99	78	32	28	25	0.86	
47	102	80	32	28	25	0.85	
48	106	78	32	29	25	0.86	
49	110	78	32	29	24	0.86	
50	114	80	32	29	25	0.86	
51	118	80	32	28	25	0.85	
52	122	81	33	29	25	0.85	
53	126	83	32	28	25	0.85	
54	130	85	33	29	25	0.84	
55	134	84	33	29	25	0.85	
56	138	85	33	29	25	0.84	
57	142	84	33	28	25	0.84	
58	145	85	33	28	25	0.84	
59	138	58	35	35	22	0.93	Pendinginan
60	135	40	33	33	22	0.98	
61	131	44	33	33	22	0.97	
62	130	43	32	33	24	0.97	
63	129	42	30	32	24	0.97	

Tabel 4.15. 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
64	125	36	32	32	22	0.99	
65	124	34	30	30	22	0.99	
66	122	34	30	30	24	0.99	
67	121	33	29	30	24	0.99	
68	120	32	29	29	22	0.99	
69	118	30	29	29	24	1.00	
70	116	29	29	28	22	1.00	
71	115	29	28	28	24	1.00	
72	115	29	28	29	24	1.00	
73	114	28	28	29	24	1.00	
74	113	29	27	28	24	1.00	
75	111	28	27	29	24	1.00	
76	110	28	28	29	22	1.00	
77	110	28	28	29	24	1.00	
78	110	28	27	28	22	1.00	
79	109	28	27	28	24	1.00	
80	108	28	27	28	24	1.00	
81	-10	26	20	14	22	0.96	Absorbsi
82	-14	25	19	12	19	0.96	
83	-14	25	19	13	18	0.96	
84	-14	25	19	14	18	0.96	
85	-14	25	20	16	18	0.97	
86	-14	25	20	17	18	0.97	
87	-14	25	20	17	19	0.97	
88	-14	25	21	17	19	0.97	
89	-14	25	21	17	19	0.97	
90	-14	25	21	18	19	0.98	
95	-15	25	21	19	20	0.98	
100	-15	26	24	19	20	0.98	
COP rata-rata						0.94	

Tabel 4.16. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 145 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-10	22	24	24	24		Desorbsi
1	-9	22	25	24	24		

Tabel 4.16. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 145 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
2	-9	22	24	22	22		
3	-9	24	24	22	22		
4	-8	25	25	22	22		
5	-6	25	25	21	21		
6	-5	25	25	22	21		
7	-4	26	25	22	21		
8	-2	26	25	22	21		
9	0	26	26	21	20		
10	0	26	26	21	20		
11	1	27	27	21	20	0.98	
12	3	27	27	21	20	0.98	
13	5	27	27	21	20	0.98	
14	6	27	27	21	20	0.98	
15	8	27	27	21	19	0.98	
16	10	27	27	21	20	0.98	
17	13	28	27	21	20	0.98	
18	15	28	27	21	20	0.98	
19	17	29	27	21	20	0.97	
20	20	30	27	21	20	0.97	
21	23	32	27	21	20	0.96	
22	25	32	28	22	20	0.97	
23	30	34	28	21	20	0.96	
24	33	34	28	22	20	0.96	
25	35	33	28	22	20	0.96	
26	40	33	28	22	20	0.96	
27	43	34	29	22	20	0.96	
28	48	35	28	22	21	0.96	
29	50	35	28	21	20	0.95	
30	55	36	29	22	20	0.95	
31	59	35	29	21	20	0.95	
32	63	36	29	22	20	0.95	
33	68	36	29	22	20	0.95	
34	72	37	29	22	21	0.95	
35	76	38	30	22	20	0.95	
36	80	38	30	22	20	0.95	
37	85	38	30	22	20	0.95	

Tabel 4.16. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 145 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
38	90	40	30	22	20	0.94	
39	94	40	30	22	21	0.94	
40	98	42	30	22	20	0.94	
41	103	42	32	24	21	0.94	
42	108	42	32	24	21	0.94	
43	111	43	33	24	21	0.94	
44	115	43	33	24	21	0.94	
45	120	44	33	22	21	0.93	
46	125	44	33	24	21	0.94	
47	129	43	33	24	21	0.94	
48	134	45	33	24	21	0.93	
49	136	46	33	24	21	0.93	
50	139	48	34	24	21	0.93	
51	140	49	33	24	21	0.92	
52	139	50	35	24	20	0.92	
53	140	51	35	24	20	0.92	
54	140	52	35	24	20	0.91	
55	140	54	35	24	20	0.91	
56	141	56	35	24	21	0.90	
57	141	58	36	25	21	0.90	
58	142	58	36	25	21	0.90	
59	142	58	37	24	21	0.90	
60	145	61	38	25	21	0.89	
61	100	59	38	12	6	0.86	Pendinginan
62	89	50	37	12	5	0.88	
63	85	42	35	11	6	0.90	
64	82	32	32	11	5	0.93	
65	80	32	30	10	5	0.93	
66	80	30	29	9	5	0.93	
67	79	29	29	9	5	0.93	
68	76	29	28	8	4	0.93	
69	75	28	27	8	4	0.93	
70	75	27	27	8	5	0.94	
71	5	26	17	9	18	0.94	Absorpsi
72	0	24	17	8	13	0.95	
73	0	22	19	9	13	0.96	



Tabel 4.16. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 145 psi, pendingin air es, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
74	0	22	20	8	12	0.95	
75	0	24	20	9	12	0.95	
80	-1	25	24	5	16	0.93	
85	-5	25	25	5	18	0.93	
90	-2	25	26	4	18	0.93	
95	-4	25	26	4	19	0.93	
100	-4	25	27	6	25	0.94	
105	-4	25	27	8	25	0.94	
COP rata-rata						0.94	

Tabel 4.17. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 145 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-5	27	27	29	30		Desorpsi
1	-1	27	27	29	30		
2	-1	27	27	29	30		
3	-1	27	27	29	29		
4	0	27	27	29	30		
5	0	28	27	29	30		
6	1	28	27	29	29		
7	2	29	27	29	30		
8	3	30	27	29	30		
9	4	30	27	30	30		
10	6	33	27	30	29		
11	8	34	27	30	30	0.99	
12	10	35	27	32	30	0.99	
13	11	35	27	30	30	0.98	
14	14	37	27	30	30	0.98	
15	16	40	27	32	30	0.97	
16	19	41	27	32	30	0.97	
17	23	43	28	32	30	0.97	
18	25	45	28	33	30	0.96	
19	28	45	29	33	30	0.96	
20	30	46	28	33	30	0.96	
21	35	49	29	32	30	0.95	
22	37	46	29	32	30	0.96	

Tabel 4.17. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 145 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
23	42	50	29	32	30	0.94	
24	45	51	30	32	29	0.94	
25	50	52	30	32	30	0.94	
26	55	53	30	33	30	0.94	
27	59	52	30	33	29	0.94	
28	63	51	30	33	30	0.94	
29	67	52	30	33	30	0.94	
30	71	51	30	32	30	0.94	
31	76	51	32	32	30	0.94	
32	79	50	32	32	30	0.94	
33	88	50	30	32	30	0.94	
34	90	50	32	32	30	0.94	
35	94	51	32	33	30	0.94	
36	100	51	33	33	30	0.94	
37	106	51	32	32	30	0.94	
38	111	51	32	33	30	0.94	
39	115	51	33	32	30	0.94	
40	125	52	33	32	30	0.94	
41	126	53	33	32	30	0.94	
42	130	54	34	32	30	0.93	
43	136	56	34	32	30	0.93	
44	140	53	35	32	30	0.94	
45	145	56	35	33	30	0.93	
46	132	50	35	30	26	0.94	Pendinginan
47	126	43	34	30	26	0.96	
48	124	41	33	29	26	0.96	
49	120	40	33	28	26	0.96	
50	118	37	32	28	26	0.97	
51	116	35	32	28	26	0.98	
52	115	34	32	28	26	0.98	
53	114	33	30	27	26	0.98	
54	113	30	30	27	26	0.99	
55	111	30	30	27	26	0.99	
56	110	29	29	27	25	0.99	
57	110	29	29	27	26	0.99	
58	109	29	29	27	26	0.99	

Tabel 4.17. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 145 psi, pendingin air, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
59	108	29	29	27	26	0.99	
60	108	28	29	27	26	1.00	
61	2	27	27	11	16	0.95	Absorbsi
62	1	26	22	10	11	0.95	
63	0	26	22	10	12	0.95	
64	-1	26	21	10	12	0.95	
65	-1	26	22	11	13	0.95	
66	-1	25	22	11	13	0.95	
67	-1	26	22	11	13	0.95	
68	-1	26	22	11	14	0.95	
69	-2	26	22	11	14	0.95	
70	-2	26	22	12	14	0.95	
75	-3	25	27	14	19	0.96	
80	-3	26	26	18	20	0.97	
COP rata-rata						0.96	

Tabel 4.18. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 145 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
0	-10	24	24	24	24		Desorbsi
1	-10	24	25	24	24		
2	-9	24	25	24	24		
3	-8	24	25	24	24		
4	-5	24	25	24	24		
5	-2	25	25	25	24		
6	-2	26	26	25	24		
7	-1	27	26	25	24		
8	0	27	26	25	25		
9	1	28	26	25	24		
10	3	29	26	25	24		
11	4	29	27	26	24	0.99	
12	5	29	27	26	24	0.99	
13	7	30	27	26	24	0.99	
14	10	32	27	26	24	0.98	
15	11	32	27	26	25	0.98	
16	14	34	27	26	24	0.97	

Tabel 4.18. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 145 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
17	16	34	27	27	24	0.98	
18	19	35	27	26	24	0.97	
19	21	35	27	26	25	0.97	
20	25	36	27	27	25	0.97	
21	28	36	27	27	25	0.97	
22	31	36	27	26	25	0.97	
23	35	37	27	26	24	0.96	
24	38	40	27	27	25	0.96	
25	41	40	28	27	24	0.96	
26	45	41	27	27	25	0.96	
27	50	40	28	27	25	0.96	
28	54	43	28	27	25	0.95	
29	58	44	28	27	25	0.95	
30	62	46	28	27	25	0.94	
31	66	48	29	27	25	0.93	
32	70	49	29	27	25	0.93	
33	76	50	29	27	25	0.93	
34	80	51	29	27	25	0.93	
35	85	51	29	27	25	0.93	
36	90	51	29	27	25	0.93	
37	95	52	29	27	25	0.92	
38	99	54	29	27	25	0.92	
39	105	56	30	27	25	0.91	
40	110	58	30	27	25	0.91	
41	115	59	30	28	25	0.91	
42	120	59	30	28	25	0.91	
43	125	60	32	28	25	0.90	
44	130	61	32	28	25	0.90	
45	135	64	32	27	25	0.89	
46	140	64	32	28	25	0.89	
47	145	64	32	28	25	0.89	Pendinginan
48	133	50	34	34	27	0.95	
49	130	45	33	33	24	0.96	
50	126	43	30	30	24	0.96	
51	123	41	32	32	22	0.97	
52	122	38	29	32	24	0.98	

Tabel 4.18. 1000 ml amoniak 30%, tekanan 145 psi, pendingin udara, generator horisontal tercelup (lanjutan)

t	P	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	COP	Keterangan
53	121	28	29	29	22	1.00	
54	120	28	29	29	24	1.00	
55	118	30	29	29	24	1.00	
56	118	28	29	28	24	1.00	
57	116	28	28	28	26	1.00	
58	115	28	28	28	26	1.00	
59	115	27	28	27	27	1.00	
60	114	27	27	27	25	1.00	
61	1	25	25	13	24	0.96	Absorpsi
62	0	21	21	8	19	0.96	
63	0	21	22	8	19	0.96	
64	-1	21	24	9	18	0.96	
65	-2	21	24	10	17	0.96	
66	-2	21	24	10	18	0.96	
67	-4	21	24	10	19	0.96	
68	-5	21	24	11	18	0.97	
69	-5	21	24	11	19	0.97	
70	-5	21	24	11	19	0.97	
71	-6	22	24	11	19	0.96	
72	-6	22	25	11	19	0.96	
73	-8	22	25	12	19	0.97	
74	-8	21	25	12	19	0.97	
75	-8	21	25	13	19	0.97	
80	-8	22	25	15	19	0.98	
85	-8	22	26	17	20	0.98	
90	-9	22	26	18	21	0.99	
COP rata-rata						0.96	

Keterangan:

t : Waktu ( menit )

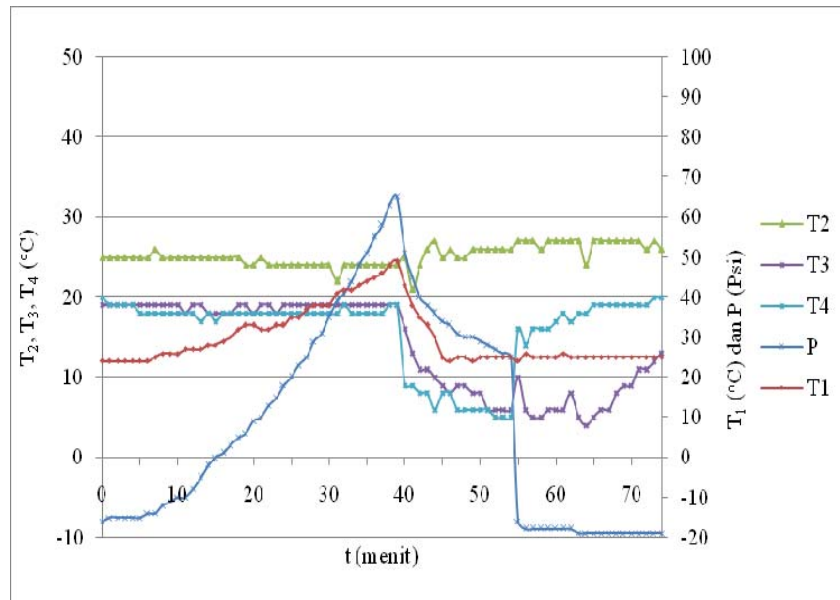
T1 : Temperatur di generator ( °C )

T2 : Temperatur di pipa penghubung ( °C )

T3 : Temperatur di evaporator ( °C )

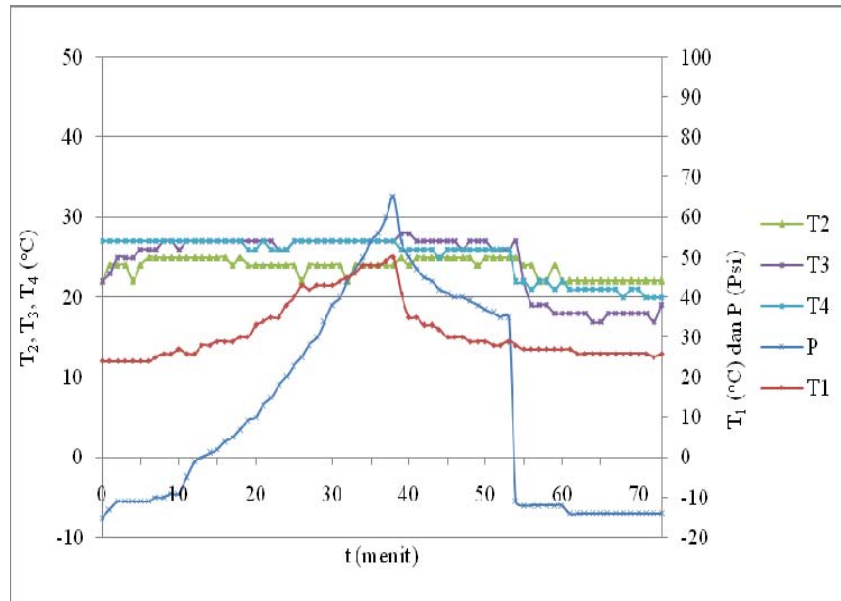
T4 : Temperatur pendingin kondensor ( °C )

P : Tekanan pada evaporator ( Psi )



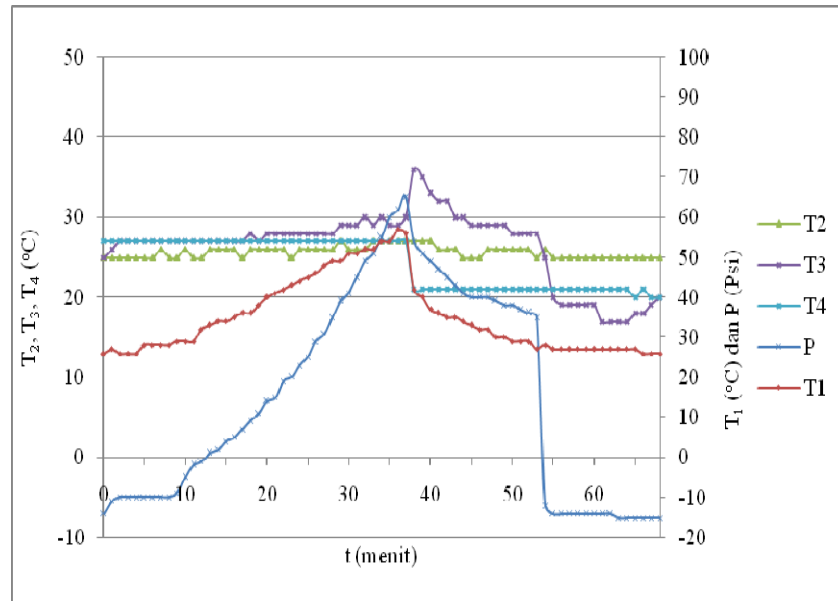
Gambar 4.1. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 65 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es, generator horisontal tercelup

Pada gambar 4.1., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorpsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorpsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $4^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 4.2. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 65 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air, generator horisontal tercelup

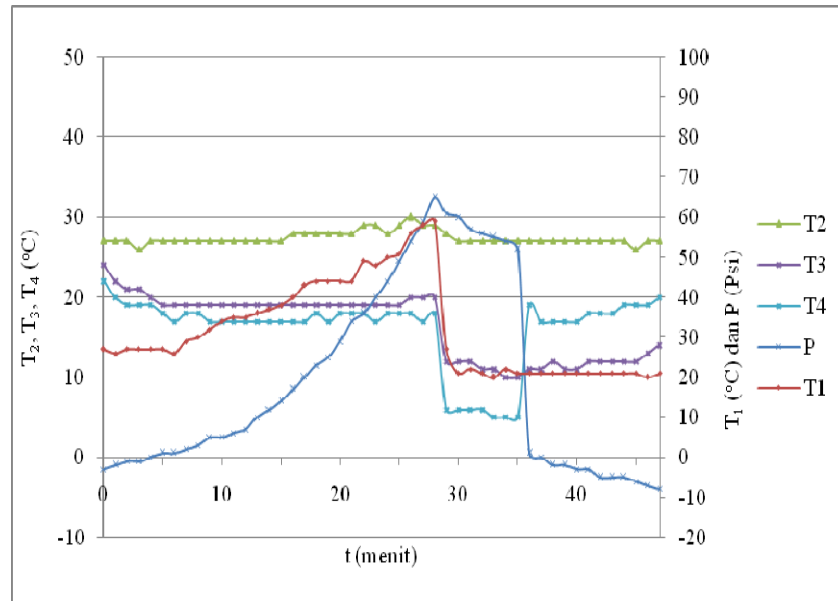
Pada gambar 4.2., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorpsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorpsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $17^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 4.3. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 65 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin udara, generator horisontal tercelup

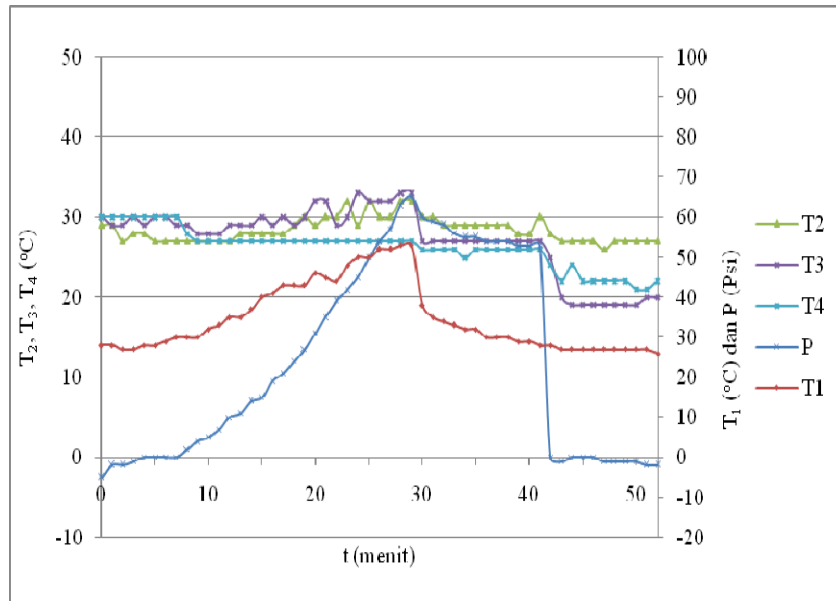
Pada gambar 4.3., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorpsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorpsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $17^{\circ}\text{C}$ .





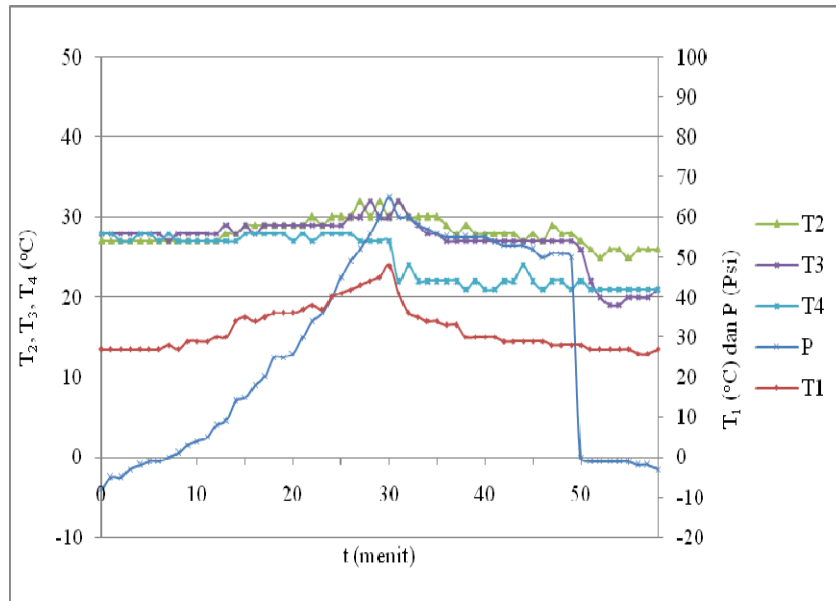
Gambar 4.4. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 65 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin air es, generator horisontal tercelup

Pada gambar 4.4., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorpsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorpsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $11^{\circ}\text{C}$ .



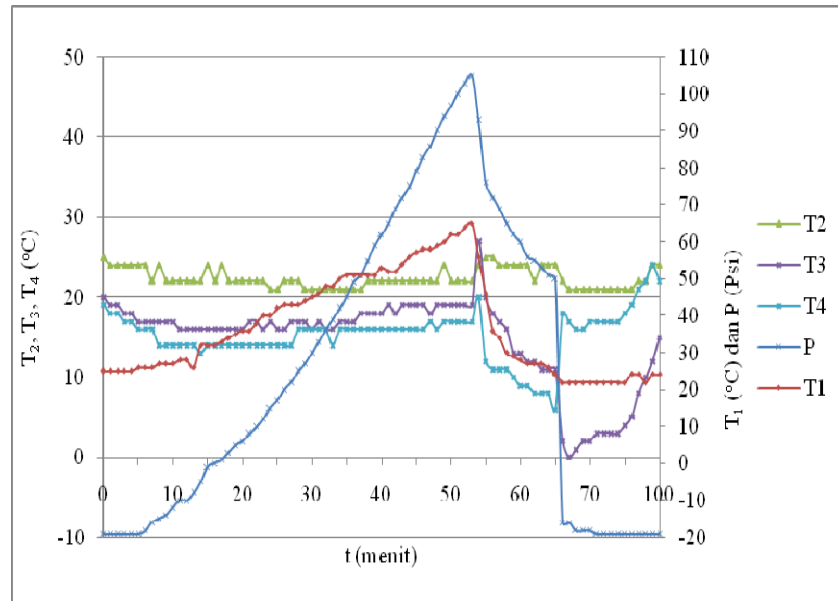
Gambar 4.5. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 65 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin air, generator horisontal tercelup

Pada gambar 4.5., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorpsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorpsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $19^{\circ}\text{C}$ .



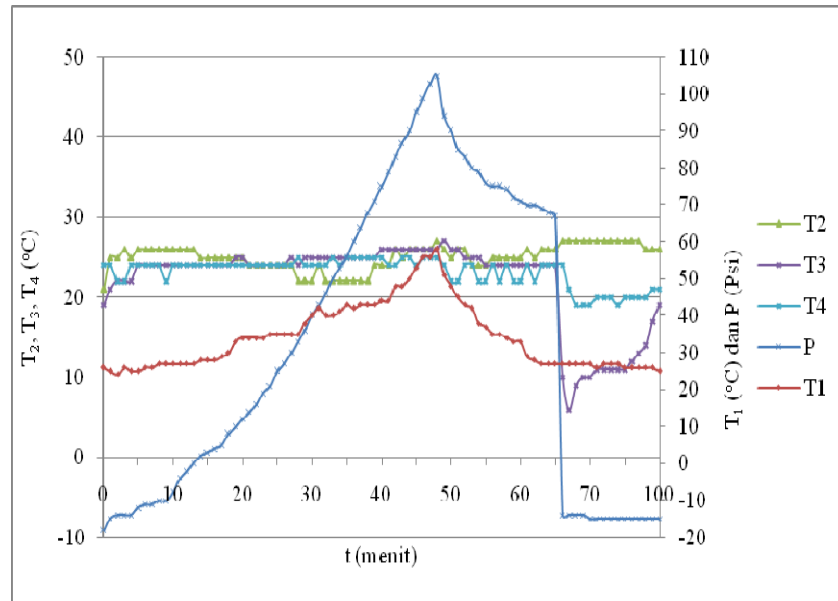
Gambar 4.6. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 65 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin udara, generator horisontal tercelup

Pada gambar 4.6., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorpsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorpsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $19^{\circ}\text{C}$ .



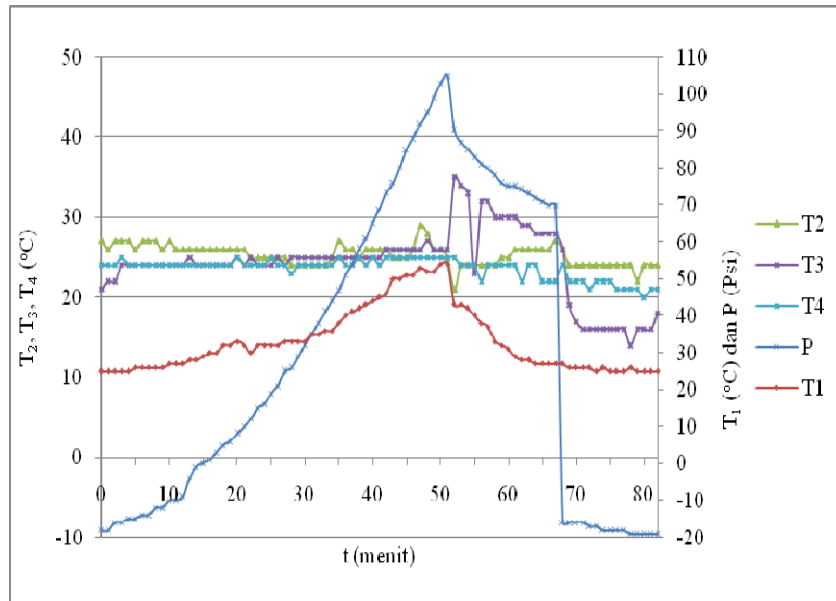
Gambar 4.7. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 105 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es, generator horisontal tercelup

Pada gambar 4.7., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorbsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorbsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $0^{\circ}\text{C}$ .



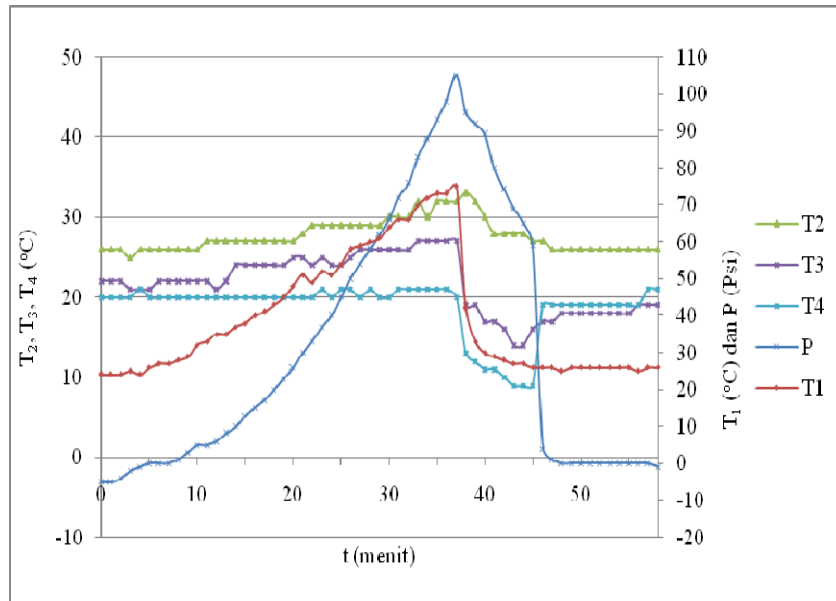
Gambar 4.8. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 105 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air, generator horisontal tercelup

Pada gambar 4.8., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorbsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorbsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $6^{\circ}\text{C}$ .



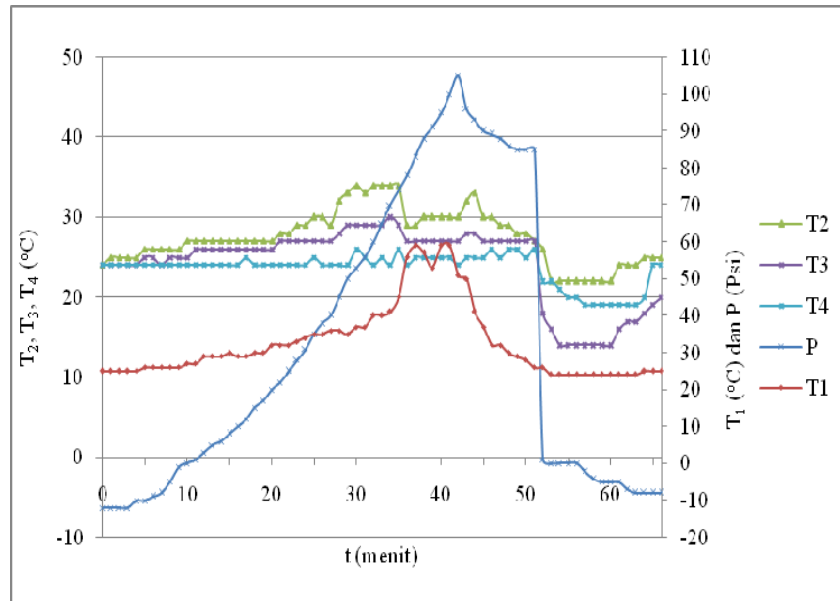
Gambar 4.9. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 105 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin udara, generator horisontal tercelup

Pada gambar 4.9., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorbsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorbsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $14^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 4.10. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 105 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin air es, generator horisontal tercelup

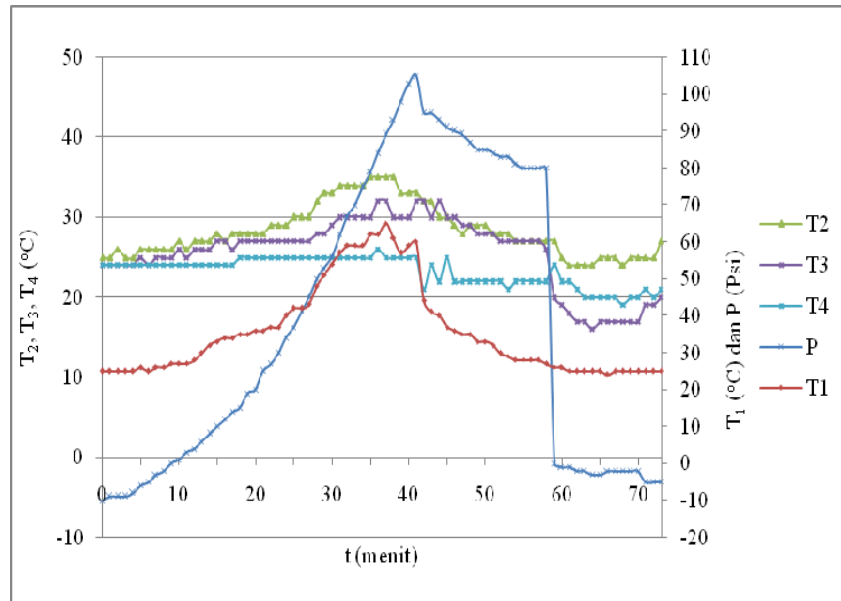
Pada gambar 4.10., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorpsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorpsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $17^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 4.11. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 105 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin air, generator horisontal tercelup

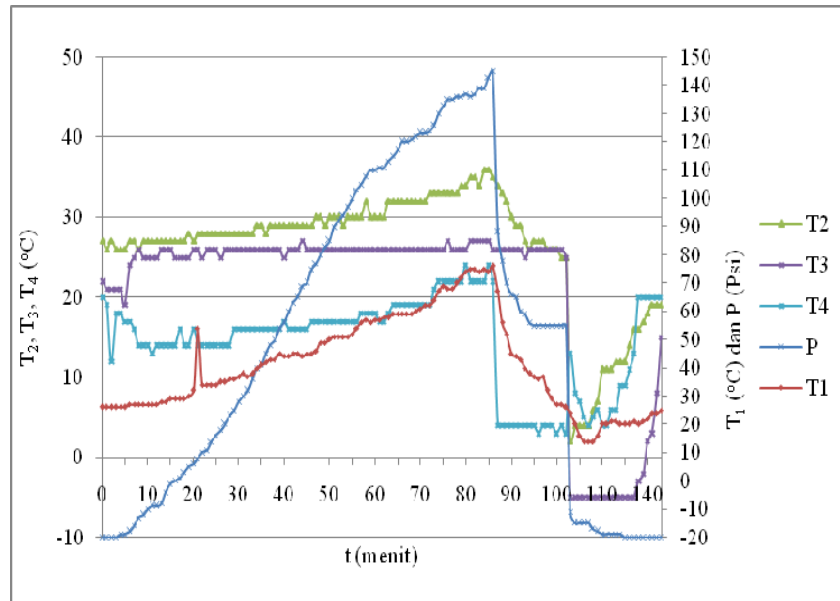
Pada gambar 4.11., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorpsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorpsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $14^{\circ}\text{C}$ .





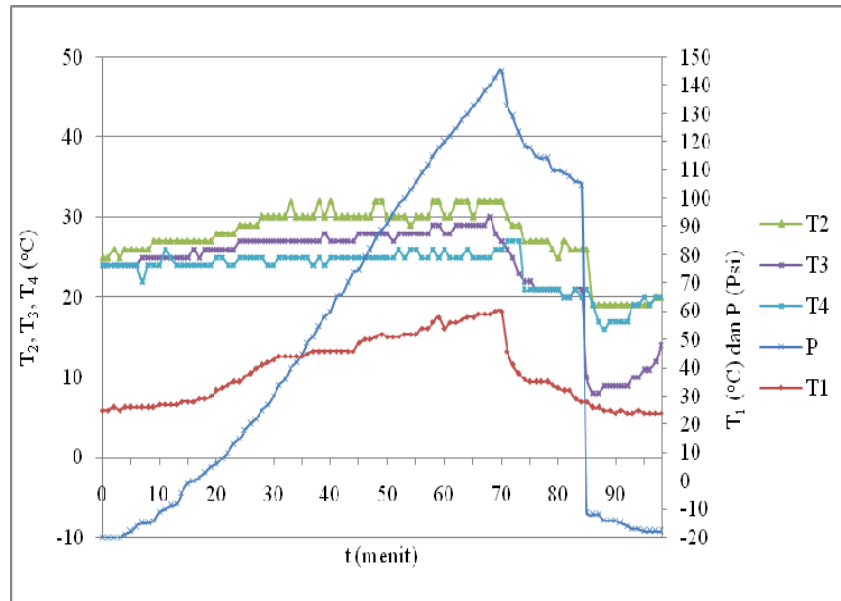
Gambar 4.12. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 105 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin udara, generator horisontal tercelup

Pada gambar 4.12., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorpsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorpsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $16^{\circ}\text{C}$ .



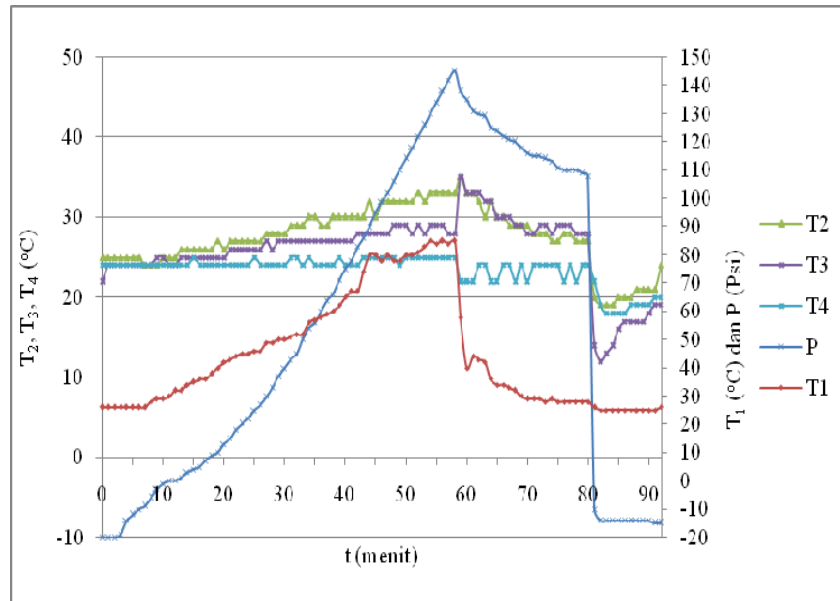
Gambar 4.13. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 145 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es, generator horisontal tercelup

Pada gambar 4.13., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorpsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorpsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $-5^{\circ}\text{C}$ .



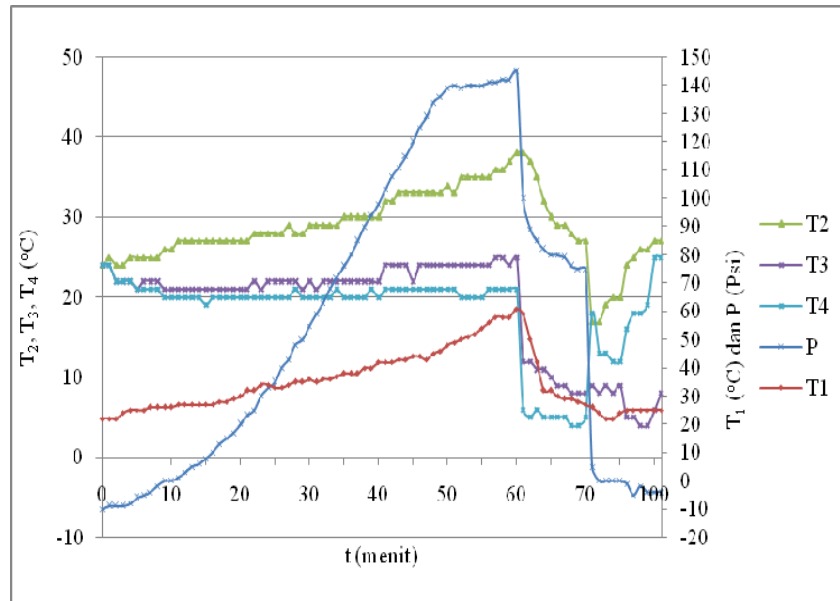
Gambar 4.14. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 145 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air, generator horisontal tercelup

Pada gambar 4.14., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorbsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorbsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $8^{\circ}\text{C}$ .



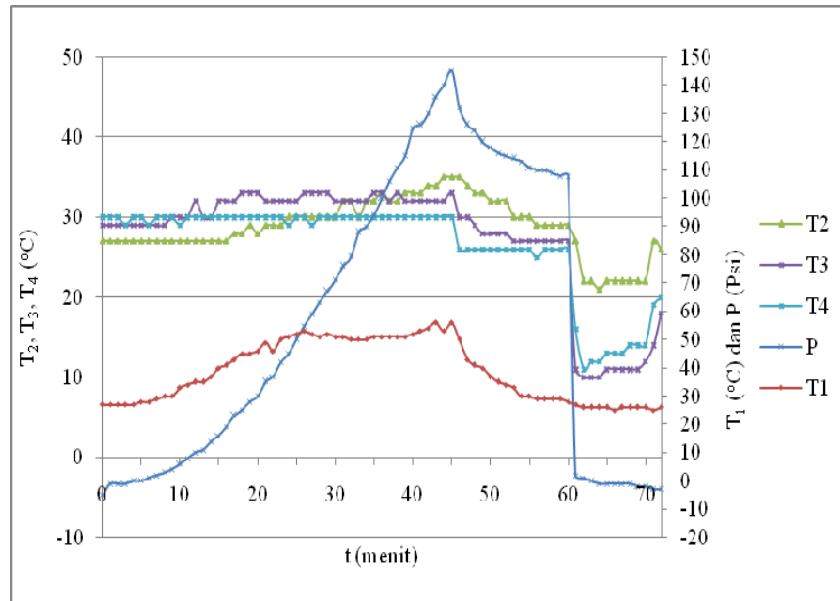
Gambar 4.15. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 145 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin udara, generator horisontal tercelup

Pada gambar 4.15., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorpsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorpsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $12^{\circ}\text{C}$ .



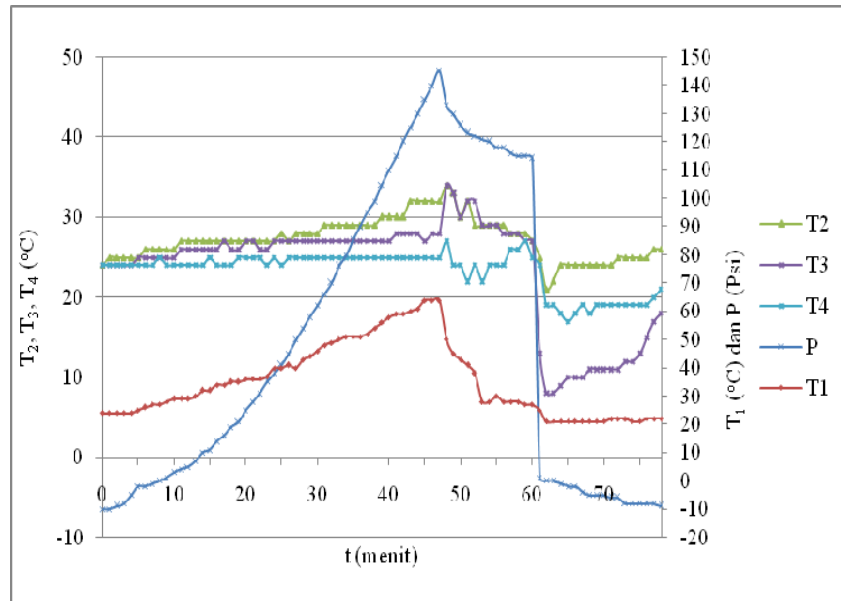
Gambar 4.16. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 145 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin air es, generator horisontal tercelup

Pada gambar 4.16., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorpsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorpsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $4^{\circ}\text{C}$ .



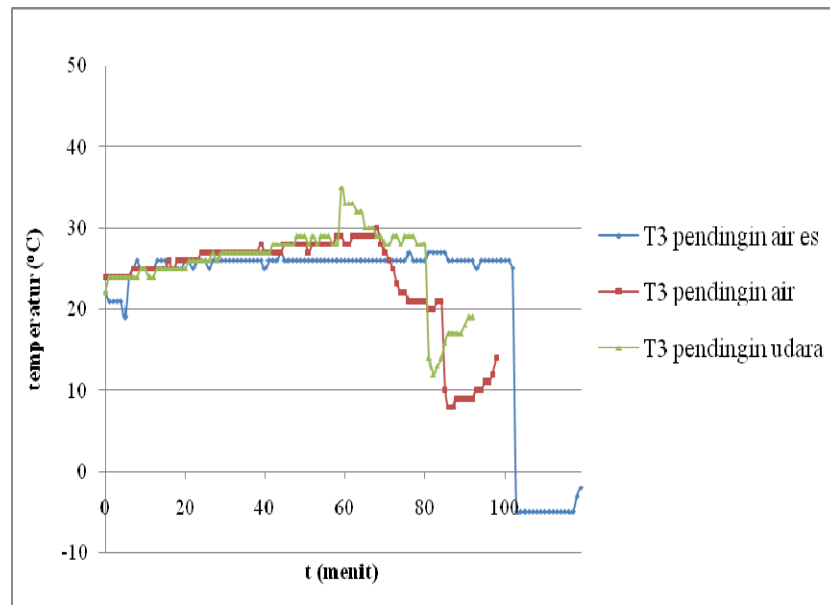
Gambar 4.17. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 145 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin air, generator horisontal tercelup

Pada gambar 4.17., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorpsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorpsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $10^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 4.18. Grafik perbandingan temperatur pada tekanan 145 psi, 1000 ml amoniak 30%, pendingin udara, generator horisontal tercelup

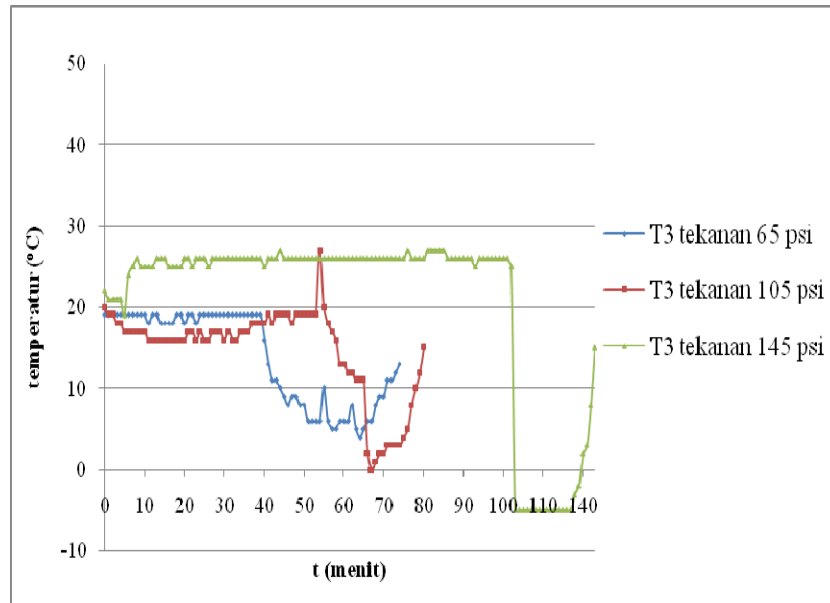
Pada gambar 4.18., dapat dilihat bahwa  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $P$  naik perlahan-lahan pada proses desorpsi. Ketika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, maka proses desorpsi dihentikan dan dilanjutkan dengan proses pendinginan, ditunjukkan dengan turunnya  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  dan  $T_4$ . Setelah  $T_1$  mencapai suhu lingkungan, dilakukan absorpsi (katub dibuka). Pada proses absorpsi terjadi penurunan tekanan yang sangat cepat dan temperatur terendah yang dicapai  $T_3$  adalah  $8^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 4.19. Grafik perbandingan T3 variasi pendingin, 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, tabung horisontal tercelup

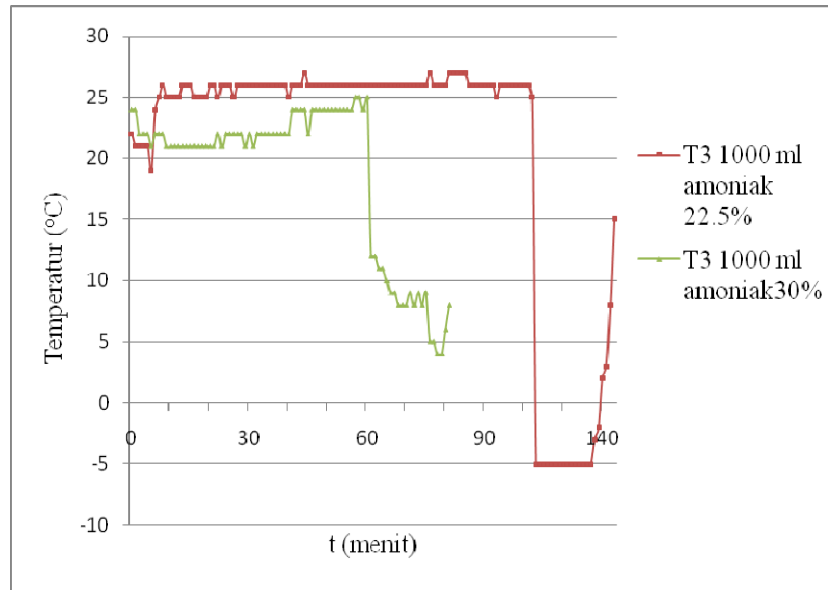
Salah satu variasi yang dilakukan adalah dengan memvariasikan pendingin pada kondensor. Berdasarkan gambar 4.19. dapat dilihat bahwa temperatur terendah adalah  $-5^{\circ}\text{C}$  pada saat menggunakan pendingin air es.



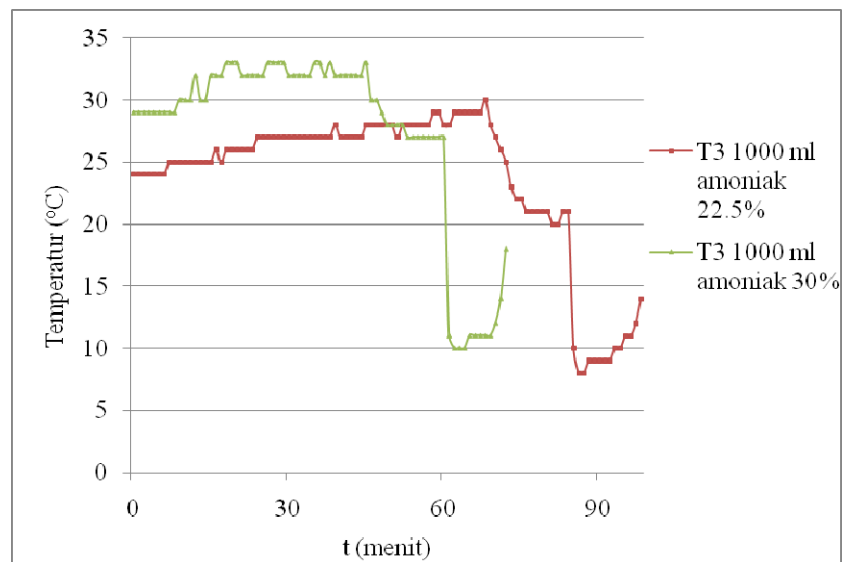


Gambar 4.20. Grafik perbandingan T3 variasi tekanan, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es, tabung horisontal tercelup

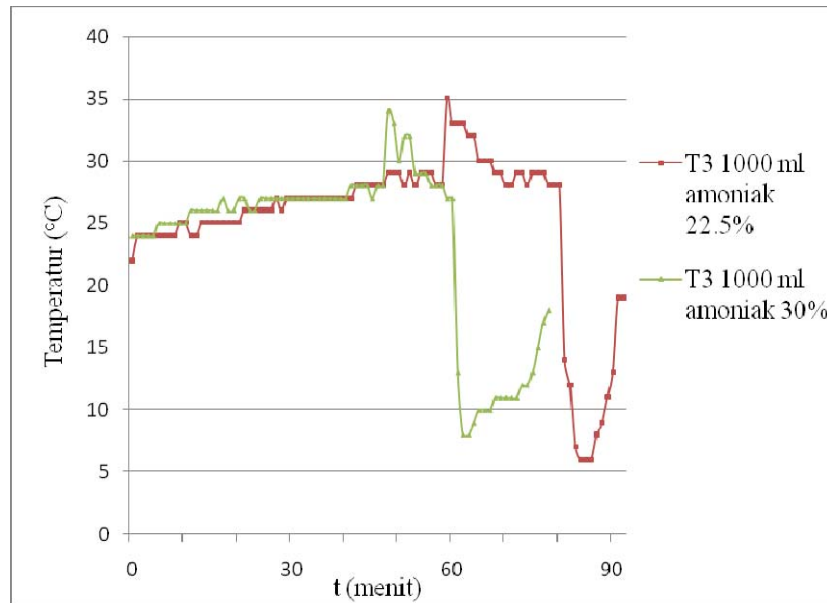
Variasi tekanan yang dilakukan adalah 65 psi, 105 psi dan 145 psi dengan menggunakan 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es. Hasil perbandingan temperatur terendah pada evaporator yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 4.20.



Gambar 4.21. Grafik perbandingan T3 terendah variasi kadar amoniak, tekanan 145 psi, pendingin air es, tabung horisontal tercelup

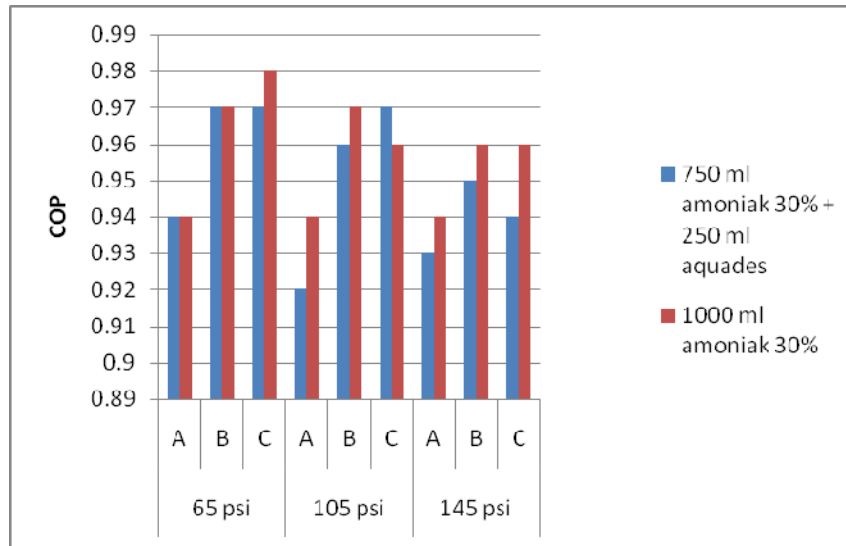


Gambar 4.22. Grafik perbandingan T3 terendah variasi kadar amoniak, tekanan 145 psi, pendingin air, tabung horisontal tercelup



Gambar 4.23. Grafik perbandingan T3 terendah variasi kadar amoniak, tekanan 145 psi, pendingin udara, tabung horisontal tercelup

Variasi lain yang dilakukan adalah dengan memvariasikan kadar amoniak-air yang digunakan sebagai refrijeran. Dari gambar 4.21., gambar 4.22. dan gambar 4.23. dapat dilihat bahwa penggunaan 1000 ml amoniak 22,5% menghasilkan temperatur yang lebih rendah untuk berbagai variasi pendingin.



Gambar 4.24. Grafik perbandingan COP

Keterangan:

A : Pendingin air es

B : Pendingin air

C : Pendingin udara

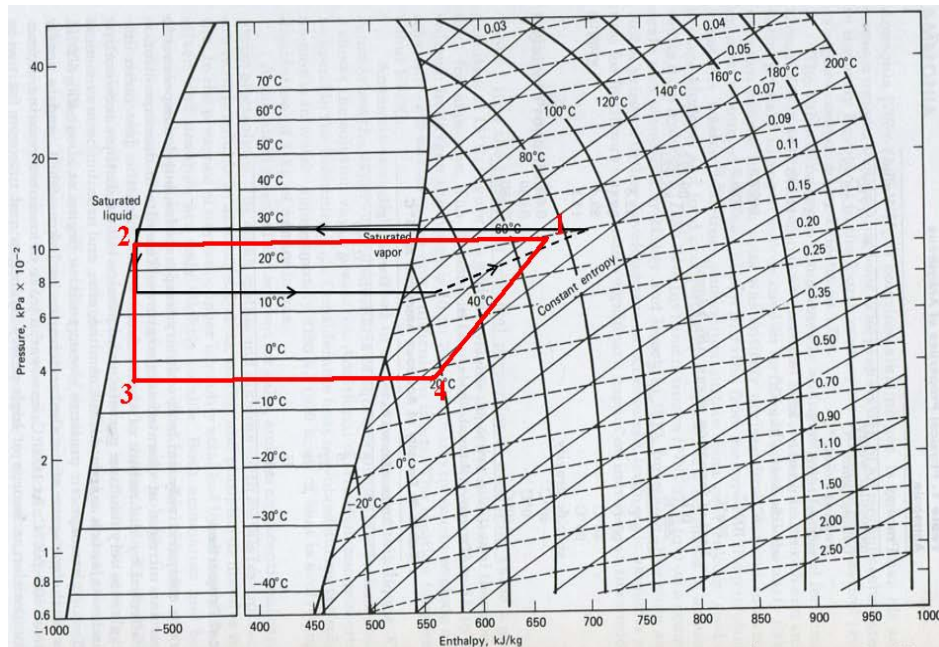
Pada gambar 4.22. dapat dilihat COP yang dihasilkan selama percobaan dilakukan. Nilai COP yang dihasilkan dari semua percobaan memiliki selisih yang sangat kecil. Nilai COP tertinggi adalah 0,98 pada saat menggunakan 1000 ml amoniak 30%, tekanan 65 psi dan berpendingin udara.

## 4.2 PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang dihasilkan, dapat diketahui bahwa proses pendinginan telah berlangsung ditandai dengan turunnya temperatur evaporator pada saat absorpsi. Pendinginan dengan menggunakan siklus absorpsi berlangsung dalam beberapa proses yaitu:

- 4.2.1. Proses desorpsi yaitu proses pelepasan amoniak dari absorber (air) saat generator dipanaskan.
- 4.2.2. Proses kondensasi yaitu proses pendinginan dan penguapan uap amoniak yang terdesorpsi menjadi amoniak cair. Amoniak cair yang dihasilkan ditampung di evaporator.
- 4.3.3. Proses absorpsi yaitu proses penyerapan amoniak oleh absorber (air). Saat proses absorpsi berlangsung, kalor di sekitar evaporator akan terserap. Proses penyerapan kalor ini akan menyebabkan temperatur evaporator turun.

Proses pendinginan ini dapat digambarkan dalam sebuah P-h diagram. Adapun P-h diagram di bawah ini, menggunakan data variasi tekanan 145 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es, generator horisontal tercelup.



Gambar 4.25. Grafik P-h diagram amoniak pada variasi tekanan 145 psi, 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es, generator horisontal tercelup.

Keterangan :

1. Amoniak (superheated) di generator 76°C pada tekanan 145 psi
2. Amoniak (saturated liquid) di kondensor 25°C pada tekanan 55 psi
3. Amoniak (saturation) di evaporator -5°C pada tekanan -11 inHg
4. Amoniak (superheated) keluar dari evaporator 15°C pada tekanan -20 inHg

Pada proses absorpsi yang berlangsung di P-h diagram di atas terdapat 4 proses yang berlangsung yaitu :

1 → 2 : proses kondensasi uap amoniak di dalam tabung evaporator.

2 → 3 : proses ekspansi

3 → 4 : proses absorpsi uap amoniak di dalam tabung evaporator oleh absorber (air) di dalam generator

4 → 1 : proses desorpsi, pemanasan amoniak-air di generator sehingga uap amoniak berpindah ke tabung evaporator.

Variasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan memvariasikan kadar amoniak-air, tekanan pada evaporator, proses pendinginan pada kondensor.

Variasi kadar amoniak dilakukan karena amoniak yang dijual di pasaran memiliki kadar yang hampir sama, sekitar 30%, maka ditambahkan aquades untuk mendapatkan variasi kadar amoniak. Pada percobaan ini digunakan 1000 ml amoniak 22,5% dan 1000 ml amoniak 30%. Dari gambar 4.21. dapat dilihat bahwa penggunaan 1000 ml amoniak 22,5% menghasilkan temperatur yang lebih rendah. Hal ini terjadi karena semakin encer kadar amoniak-air maka jumlah air atau absorber akan semakin banyak. Jumlah absorber ini akan mempengaruhi kecepatan proses absorpsi. Semakin cepat uap amoniak diserap oleh absorber, maka semakin rendah temperatur evaporator ( $T_3$ ) yang dihasilkan. Selain itu pada saat melakukan pengambilan data menggunakan 1000 ml amoniak 30%, kuat dugaan bahwa amoniak-air

yang digunakan telah mengalami kerusakan akibat pemakaian dalam kurun waktu yang lama.

Variasi tekanan yang dilakukan adalah 65 Psi, 105 Psi dan 145 Psi dengan menggunakan 1000 ml amoniak 22,5%, pendingin air es. Karena titik didih amoniak lebih rendah dari pada air, maka amoniak akan mendidih terlebih dahulu. Amoniak yang terdesorpsi ini akan menimbulkan tekanan. Semakin tinggi tekanan yang dihasilkan, semakin banyak pula uap amoniak yang terdesorpsi menuju evaporator. Semakin banyak amoniak yang terdesorpsi menyebabkan semakin banyak kalor yang terserap oleh uap amoniak saat proses absorpsi berlangsung, sehingga temperatur evaporator menjadi rendah.

Variasi pendingin yang dilakukan adalah dengan menggunakan udara, air dan air es pada tekanan 145 psi, menggunakan 1000 ml amoniak 22,5%. Semakin tinggi kemampuan pendingin pada kondensor maka semakin banyak pula uap amoniak yang terkondensasi di evaporator. Sehingga amoniak yang berhasil terdesorpsi menuju evaporator semakin banyak. Hal ini menyebabkan semakin banyak kalor yang terserap oleh uap amoniak saat proses absorpsi berlangsung, sehingga temperatur evaporator menjadi rendah.

COP pada penelitian ini dihitung menggunakan persamaan (1). Perhitungan COP pada 10 menit pertama tidak dilakukan, karena dianggap proses desorpsi belum berjalan sempurna, dan memungkinkan bahwa temperatur pada generator bisa lebih rendah daripada temperatur kondenser sehingga dapat menyebabkan kesalahan penghitungan COP. COP yang



dihasilkan pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian yang pernah dilakukan seperti Grenier (COP: 0.12), Pons (COP: 0.1), Zhu Zepei (COP: 0.054) dan Ramos (COP: 0.25).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Dari penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal.

1. Dengan percobaan ini, telah berhasil dibuat sebuah model pendingin absorpsi amoniak-air sederhana yang mudah di buat dengan kemampuan industri lokal.
2. Temperatur evaporator terendah yang bisa dihasilkan adalah  $-5^{\circ}\text{C}$  pada variasi menggunakan 1000 ml amoniak 22,5%, tekanan 145 psi, pendingin air es.
3. COP yang dihasilkan pada penelitian ini cukup tinggi jika dibandingkan dengan COP pada penelitian yang lain. COP tertinggi yang dihasilkan adalah 0,98 pada saat menggunakan 1000 ml amoniak 30%, tekanan 65 psi dan berpendingin udara.

#### **5.2 SARAN**

Berangkat dari penelitian yang telah dilakukan, penulis dapat memberikan beberapa saran.

1. Proses pendinginan sistem absorpsi membutuhkan tekanan yang tinggi (20 bar). Untuk itu dapat dibuat alat pendingin absorpsi yang tahan tekanan tinggi.

2. Bagi peneliti lain yang akan meneliti siklus pendingin absorpsi. Penelitian pendingin absorpsi bisa juga diteliti dengan memvariasikan laju pemanasan pada generator dan jumlah amoniak yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Grenier, Ph. (1983), Experimental Result on a 12 m<sup>3</sup> Solar Powered Cold Store Using the Intermittent Zeolite 13x-Water Cycle. Solar World Congress, Pergamon Press, pp. 353-358, 1984
- Hinotani, K. (1983), Development of Solar Actuated Zeolite Refrigeration System. Solar World Congress, Vol.1, Pergamon Press, pp. 527-531.
- Kreussler, S (1999), Experiments on Solar adsorption refrigeration Using Zeolite and Water. Laboratory for Solar Energy, university of Applied Sciences Germany.
- A. Meunier, Francis (2004), Experimental Performance Of An Advanced Solar-Powered Adsorptive Ice Maker. Proceedings of the 10<sup>th</sup> Brazilian Congress of Thermal Sciences and Engineering (Nov.29 – Dec.03, 2004), Rio de Janeiro, Brazil.
- Pons, M. (1986), Design of solar powered solid adsorption ice-maker. ASME J. of Solar Engineering, 108, 332-337, 1986.
- A. Ramos, Miguel (2003), Evaluation Of A Zeolite-Water Solar Adsorption Refrigerator. ISES Solar World Congress (June, 14-19, 2003), Goteborg, Sweden
- Zhu, Z. (1987), Testing of a Solar Powered Zeolite-Water Refrigerator. M. Eng. Thesis, AIT, Bangkok.
- Stoecker, Wilbert F. ( 1987 ), Refrigerasi dan Pengkondisian Udara. Erlangga, Jakarta.

Kroschwitz, J. I. (Ed.). (1992). Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. 2, 4. New York: John Wiley & Sons.

## LAMPIRAN

### DOKUMENTASI PENGAMBILAN DATA



Proses desorpsi



Manometer



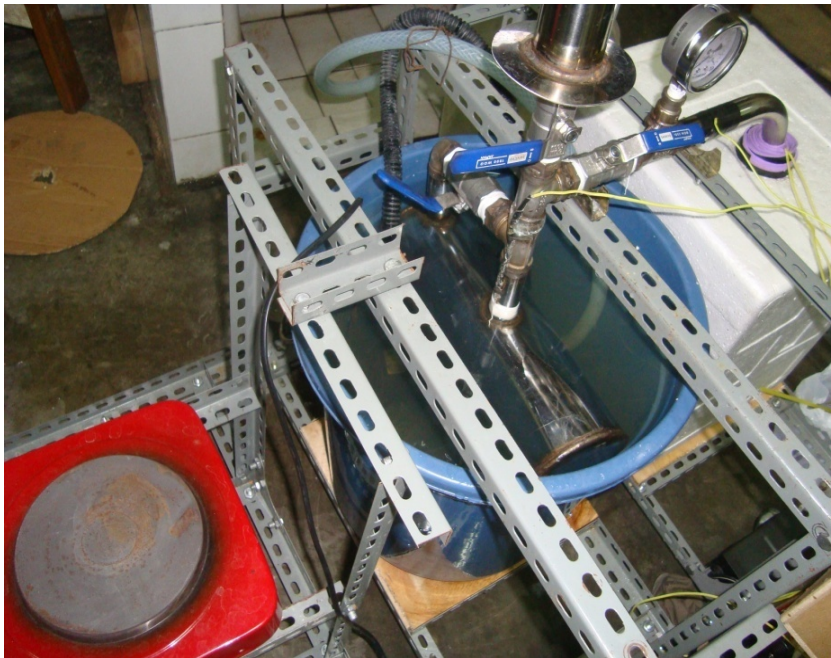
Bunga es pada evaporator selama proses absorpsi



Suhu terendah pada evaporator mencapai  $-5^{\circ}\text{C}$



Proses absorpsi



Posisi generator pada saat pendinginan dan absorpsi