

**SIMULASI *DESICCANT COOLING SYSTEM***  
**MENGGUNAKAN ADSORBEN *SILICA GEL* PADA**  
**SIMULATOR *ASPEN PLUS***

**Laporan Penelitian**

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat tugas akhir guna memperoleh gelar sarjana  
dalam bidang ilmu teknik/teknologi kimia

Oleh :

**Margareth**

(6141801124)

Pembimbing :

**I Gede Pandega Wiratama, S.T., M.T.**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**2022**

# **DESICCANT COOLING SYSTEM SIMULATION USING SILICA GEL ADSORBENT ON ASPEN PLUS SIMULATOR**

## **Laporan Penelitian**

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat tugas akhir guna memperoleh gelar sarjana  
dalam bidang ilmu teknik/teknologi kimia

Oleh :

**Margareth**

(6141801124)

Pembimbing :

**I Gede Pandega Wiratama, S.T., M.T.**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL : SIMULASI *DESICCANT COOLING SYSTEM* MENGGUNAKAN  
ADSORBEN *SILICA GEL* PADA SIMULATOR *ASPEN PLUS***

**CATATAN :**

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 11 Februari 2022

Pembimbing,



I Gede Pandega Wiratama, S.T., M.T.



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

### SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Margareth

NRP : 6141801124

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

***Simulasi Desiccant Cooling System menggunakan Adsorben Silica Gel pada Simulator Aspen Plus***

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 8 Februari 2022

Margareth  
(6141801124)

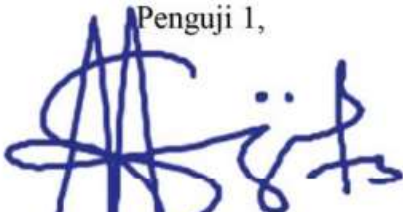
**LEMBAR REVISI**

**JUDUL : SIMULASI *DESICCANT COOLING SYSTEM* MENGGUNAKAN  
ADSORBEN *SILICA GEL* PADA SIMULATOR *ASPEN PLUS***

**CATATAN :**

Telah diperiksa dan disetujui,  
Bandung, 11 Februari 2022

Penguji 1,



Herry Santoso, S.T., M.T.M., Ph.D.

Penguji 2,



Yansen Hartanto, S.T., M.T.

## INTISARI

Siklus refrigerasi adalah suatu siklus yang berfungsi untuk menurunkan atau menjaga kondisi temperatur suatu ruang agar lebih rendah daripada sekitarnya (Smith, 2018). Hal ini dapat dicapai dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan siklus adsorpsi refrigerasi dengan prinsip dehumidifikasi / *desiccant cooling*. Kelebihan dari *desiccant cooling* di antaranya adalah ramah lingkungan, hemat energi, dan kualitas udara ruang yang lebih baik (Waugaman, dkk., 1993). Pada penelitian ini, sistem *desiccant cooling* yang akan ditinjau adalah siklus ventilasi yang merupakan salah satu siklus utama dan paling sederhana dalam *desiccant cooling*. Adsorben yang digunakan adalah *silica gel* yang mana merupakan salah satu desikan paling umum serta cocok untuk proses dehumidifikasi ini. Dalam upaya lebih memahami siklus ini, peneliti memutuskan untuk melakukan variasi terhadap udara masukan siklus, yaitu pada nilai *relative humidity* (RH) dan laju alir udaranya, terhadap nilai COP siklus.

Penelitian ini didahului dengan studi literatur dari berbagai siklus *desiccant cooling*. Literatur yang digunakan sebagai acuan adalah hasil penelitian untuk siklus ventilasi serta kinerja dari *desiccant wheel*. Simulasi dilakukan dengan bantuan software *Aspen Plus v8.8* lalu dilakukan validasi dengan data untuk kondisi masukan dan keluaran setiap alur dalam siklus menurut literatur. Dilakukan variasi *relative humidity* udara masukan serta variasi laju alir udara untuk meninjau pengaruhnya terhadap performansi siklus yang mana dilihat dari nilai COP yang diperoleh dan kondisi udara (temperatur dan kelembaban) yang disuplai ke ruangan. Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh bahwa peningkatan %RH dan laju alir volumetrik udara menyebabkan nilai COP sistem semakin menurun.

Kata kunci: Aspen Plus, COP, *desiccant cooling system*, siklus ventilasi, *silica gel*

## ABSTRACT

The refrigeration cycle is a cycle that functions to lower or maintain the temperature of a room so that it is lower than its surroundings (Smith, 2018). This can be achieved in various ways, one of which is the adsorption refrigeration cycle with the principle of dehumidification or also known as desiccant cooling. Desiccant cooling has several advantages, such as environmentally friendly, energy saving, and better air quality (Waugaman et al., 1993). The desiccant cooling system that will be the focus of this study is the ventilation cycle which is one of the most simple and well-known cycle of desiccant cooling. The adsorbent used is silica gel which is one of the most common desiccants and is suitable for this dehumidification process. In an effort to better understand this cycle, it is decided to vary the value of relative humidity (RH) and air flow rate of the inputted air, then to compare the obtained COP value of the cycle.

This research was preceded by a literature study of the desiccant cooling system. The literature used as a reference is the result of research on ventilation cycle and the performance of a desiccant wheel. The simulation was carried out with Aspen Plus v8.8 software and validated with the data for the input and output conditions of each point in the cycle according to the literature. Input air humidity and input air flowrate are then varied to understand their effect on the cycle's performance as seen from the COP value obtained and the air conditions (temperature and humidity) supplied to the room. From the simulation performed, it was found that the increase of the air's relative humidity and the increase of volumetric flow rate of the air caused the decrease of the system's COP.

Keywords: Aspen Plus, COP, desiccant cooling system, ventilation cycle, silica gel

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugerah yang diberikan sehingga laporan penelitian berjudul “Simulasi *Desiccant Cooling System* menggunakan Adsorben *Silica Gel* pada Simulator *Aspen Plus*” ini dapat terselesaikan dengan baik. Laporan ini ditulis dalam rangka menyelesaikan salah satu syarat tugas akhir untuk mencapai kelulusan di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan.

Sebelumnya, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada beberapa pihak yang telah mendukung dan membantu terselesaikannya laporan penelitian ini, yaitu kepada:

1. I Gede Pandega Wiratama, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing atas segala bimbingan dan waktu yang sudah diluangkan untuk membantu penulis menyusun laporan.
2. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang sudah mendukung sepanjang proses pengerjaan laporan.
3. Teman-teman penulis yang telah memberi dukungan dan semangat dalam proses penyusunan laporan.
4. Pihak-pihak lainnya yang tidak tersebut satu persatu yang telah ikut membantu penulis dalam proses penulisan laporan.

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari kata sempurna akibat keterbatasan dari penulis dan oleh karenanya, segala kritik dan saran yang membangun diharapkan. Akhir kata, penulis berharap agar laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 28 Januari 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN .....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR SIMBOL .....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tema Sentral Masalah.....	2
1.3. Identifikasi Masalah.....	2
1.4. Premis .....	3
1.5. Hipotesis .....	3
1.6. Tujuan Penelitian .....	3
1.7. Manfaat Penelitian .....	4
1.7.1. Bagi Industri.....	4
1.7.2. Bagi Ilmuwan .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Kurva Psikrometri.....	5
2.2. Dehumidification refrigeration system .....	6
2.2.1. Proses Pengeringan Dehumidifikasi ( <i>Dehumidification Process</i> ).....	6

2.2.2. Proses Pendinginan Evaporatif ( <i>Evaporative Cooling Process</i> ).....	7
2.3. Jenis Siklus .....	9
2.3.1. <i>Pennington Cycle</i> / Siklus Ventilasi.....	9
2.3.2. <i>Recirculation cycle</i> .....	10
2.3.3. <i>Dunkle cycle</i> .....	11
2.3.4. <i>SENS cycle</i> .....	12
2.3.5. <i>DINC cycle</i> .....	13
2.3.6. <i>Siklus Hybrid</i> .....	13
2.4. Unit yang Terlibat dalam Siklus Ventilasi.....	15
2.4.1. <i>Desiccant Wheel</i> .....	15
2.4.2. <i>Evaporative Cooler</i> .....	18
2.4.3. Penukar Panas dan <i>Heater</i> .....	18
2.5. Evaluasi Performa Siklus.....	19
2.6. Simulator Aspen .....	19
2.7. Deskripsi Proses untuk Simulasi.....	20
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b> .....	<b>21</b>
3.1. Prosedur Percobaan.....	21
3.1.1. Input Komponen dan Pemilihan Property Method .....	21
3.1.2. Pembuatan Simulasi .....	22
3.1.3. Run Validasi.....	23
3.1.4. Run Utama.....	26
3.2. Lokasi dan Rencana Kerja Penelitian .....	27
<b>BAB 4 PEMBAHASAN</b> .....	<b>28</b>
4.1. Validasi .....	28
4.2. Variasi RH .....	30
4.2.1. Aliran Udara Pendingin ke Ruang .....	30
4.2.2. Aliran Udara Regenerasi .....	31

4.2.3. Nilai COP .....	32
4.3. Variasi Laju Alir Volumetrik Udara .....	33
4.3.1. Aliran Udara Pendingin ke Ruang .....	34
4.3.2. Aliran Udara Regenerasi .....	35
4.3.3. Nilai COP .....	35
4.4. Peluang Pemanfaatan <i>Desiccant Cooling System</i> di Kota Bandung.....	36
4.5. Simulasi Siklus menggunakan <i>Aspen Plus</i> .....	37
4.5.1. Simulasi Unit <i>Desiccant Wheel</i> .....	37
4.5.2. Simulasi Unit <i>Evaporative Cooler</i> .....	38
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	39
5.1. Kesimpulan .....	39
5.2. Saran .....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN A: HASIL ANTARA.....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kurva psikrometri (Camuffo, 2014) .....	5
Gambar 2.2 Dehumidifier bentuk roda ( <i>wheel dehumidifier</i> ) (Wang, dkk., 2014) .....	7
Gambar 2.3 Diagram proses tidak langsung (Wang, dkk., 2014) .....	8
Gambar 2.4 Proses pendinginan evaporatif: (a) Sistem kombinasi pendinginan evaporatif dengan menggunakan <i>cooling tower</i> ; (b) Kurva psikrometrik sistem tidak langsung dan kombinasi (Wang, dkk., 2014) .....	8
Gambar 2.5 Siklus Ventilasi (Panaras, dkk., 2011).....	10
Gambar 2.6 <i>Psychrometric chart</i> dari siklus Ventilasi (Panaras, dkk., 2011) .....	10
Gambar 2.7 Siklus resirkulasi (Jani, dkk., 2016) .....	11
Gambar 2.8 Siklus Dunkle (Jani, dkk., 2016) .....	11
Gambar 2.9 Skema siklus SENS (Kang dan Maclaine-cross, 1989).....	12
Gambar 2.10 <i>Psychrometric chart</i> dari siklus SENS (Kang dan Maclaine-cross, 1989)....	12
Gambar 2.11 Siklus <i>DINC</i> (Jani, dkk., 2016).....	13
Gambar 2.12 Siklus <i>hybrid</i> (La, dkk., 2010).....	14
Gambar 2.13 Kurva isoterm untuk desikan WSG dan LT3 pada 25°C (Alahmer, dkk., 2019) .....	16
Gambar 2.14 Pengaruh <i>humidity ratio</i> terhadap moisture removal berbagai desikan (Alahmer, dkk., 2019) .....	16
Gambar 2.15 Pengaruh <i>humidity ratio</i> udara umpan proses terhadap temperatur dan <i>humidity ratio</i> keluaran proses berbagai desikan (Alahmer, dkk., 2019).....	17
Gambar 2.16 Pengaruh laju alir volumetrik udara proses terhadap moisture removal berbagai desikan (Alahmer, dkk., 2019) .....	17
Gambar 3.1 Diagram blok metode penelitian.....	21
Gambar 3.2 Input komponen .....	21
Gambar 3.3 Flowsheet untuk siklus Ventilasi .....	22
Gambar 3.4 <i>Flowsheet</i> run validasi .....	23
Gambar 3.5 Penentuan jumlah <i>stage</i> blok <i>evaporative cooler</i> .....	25
Gambar 4.1 Kurva psikrometrik run validasi: (a) Literatur; (b) Hasil simulasi; (c) Perbandingan literatur dan simulasi validasi .....	28
Gambar 4.2 Kurva psikrometrik variasi RH 50%, 65%, dan 80% .....	30
Gambar 4.3 Pengaruh variasi RH terhadap nilai COP siklus .....	32

Gambar 4.4 Pengaruh variasi RH terhadap $Q_{cool}$ dan $Q_{reg}$ .....	33
Gambar 4.5 Kurva psikrometrik variasi laju 160, 205, dan 250 m <sup>3</sup> /h.....	34
Gambar 4.6 Pengaruh variasi laju alir volumetrik udara terhadap COP siklus.....	35
Gambar 4.7 Pengaruh variasi laju alir volumetrik udara terhadap $Q_{cool}$ dan $Q_{reg}$ .....	36

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kelembaban udara (persen) tahun 2019 di kota Bandung (BMKG Stasiun Bandung, 2019) .....	3
Tabel 2.1 Perbandingan COP siklus pada kondisi standar ARI .....	14
Tabel 3.1 Data spesifikasi aliran berdasarkan literatur Panaras, 2011 .....	23
Tabel 3.2 Jadwal rencana kerja penelitian.....	27
Tabel 4.1 Perbandingan hasil antara literatur dan simulasi validasi.....	29
Tabel 4.2 Hasil validasi dengan menetapkan kondisi 5 sesuai literatur .....	29
Tabel 4.3 Hasil simulasi variasi RH .....	30
Tabel 4.4 Hasil simulasi variasi laju udara.....	33
Tabel 4.5 Kondisi udara dari siklus ventilasi berdasarkan literatur Dezfouli, dkk., 2014 ..	37

## DAFTAR SIMBOL

COP	= <i>coefficient of performance</i>
H	= entalpi aliran, cal/s
P	= tekanan, atm
Q <sub>reg</sub>	= laju kalor untuk regenerasi desikan (kalor yang dibutuhkan <i>heater</i> ), cal/s
T	= temperatur, °C
X	= <i>humidity ratio</i> , kg air/kg udara kering
ρ	= densitas, kg udara kering/m <sup>3</sup> campuran
$\dot{m}_{uk}$	= laju alir massa udara kering, kg/h
$\dot{m}_{air}$	= laju alir massa air, kg/h
$\dot{m}$	= $\dot{m}_{uk} + \dot{m}_{air}$ , laju alir massa, kg/h
$\dot{V}$	= laju alir volumetrik udara, m <sup>3</sup> /h
η	= efisiensi alat

### *Subscript*

in	= <i>inlet</i>
out	= <i>outlet</i>
1,2,3,...,8	= nomor aliran
CW	= aliran <i>cooling water</i>
HE	= <i>heat exchanger</i>
EC	= <i>evaporative cooler</i>

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Refrigerasi merupakan salah satu proses yang banyak sekali digunakan oleh manusia, baik untuk memenuhi keperluan sehari-hari seperti mendinginkan ruangan, menyimpan makanan, maupun dalam skala industri seperti mendinginkan bahan proses dan lain sebagainya. Refrigerasi adalah suatu proses pemeliharaan temperatur untuk tetap berada di bawah suhu sekitarnya. Proses ini dapat dilakukan dengan bantuan alat bernama refrigerator atau pendingin yang mana adalah sebuah *heat pump* yang mengabsorpsi panas dari suatu daerah pada suhu di bawah lingkungan sekitar dan membuang panasnya pada lingkungan sekitar (Smith, 2018).

Dalam siklus refrigerasi konvensional, dipakai siklus kompresi uap yang mana melibatkan kerja mekanik dari pompa dan kompresor untuk menjalankannya. Selain besarnya daya listrik yang diperlukan, juga terdapat kekurangan lain dari sistem ini, yaitu umumnya tidak ramah lingkungan karena refrigeran yang digunakan. Siklus refrigerasi yang dapat menjadi alternatif adalah menggunakan *desiccant cooling* atau refrigerasi dehumidifikasi. Siklus ini lebih ramah lingkungan dan sumber energinya berupa energi termal (bisa berupa *low-grade heat*) dengan penggunaan listrik minimal (Jani, dkk., 2016). Di sisi lain, kelemahan dari sistem ini adalah performansi rendah dan biaya serta ukuran sistem relatif besar (A. Alahmer, 2016).

Pada siklus refrigerasi dehumidifikasi, digunakan udara sebagai fluida dan air sebagai refrigerannya di mana siklus ini beroperasi pada lingkungan terbuka sehingga memiliki struktur yang jauh lebih sederhana bila dibandingkan dengan sistem tertutup (Wang, dkk., 2014). Keuntungan lain dari *desiccant cooling* antara lain mencakup potensinya dalam penghematan energi dan konsumsi bahan bakar fosil lebih rendah (kebutuhan listrik dapat lebih rendah dari 25% kebutuhan listrik untuk sistem refrigerasi konvensional), kualitas udara ruang lebih baik karena laju ventilasi lebih tinggi, dan juga konstruksi dan perawatan yang lebih mudah (beroperasi pada tekanan ruang) (Waugaman, dkk., 1993).



Refrigerasi dehumidifikasi adalah kombinasi dari proses dehumidifikasi dengan proses pendinginan evaporatif yang mana umumnya mengkonsumsi energi termal (untuk regenerasi desikan) dan energi mekanik (untuk menjalankan kipas dan roda adsorben) (Wang, dkk., 2014: 209). Proses dehumidifikasi dilakukan dengan menggunakan material desikan yang memiliki kemampuan adsorpsi dan dehumidifikasi kuat, di mana umumnya desikan mampu mengadsorpsi kelembaban pada rentang 10-1100% dari massanya sendiri (Wang, dkk., 2014: 209 dan Waugaman, dkk., 1993). Kemampuan menyerap kelembaban ini dimiliki oleh desikan seperti silica gel ( $\text{SiO}_2$ ) dan zeolit yang dapat menarik kelembaban tanpa mengalami perubahan pada komposisi kimia maupun fisiknya dan karenanya setelah proses dehumidifikasi, dapat kembali diregenerasi (Rafique, 2018). Desikan yang sudah jenuh dapat diregenerasi dengan pengaliran udara panas sehingga memicu desorpsi dan bila kemudian didinginkan, desikan dapat kembali digunakan untuk dehumidifikasi (Wang, dkk., 2014: 209).

Berdasarkan tipe desikan-nya, terdapat dua jenis sistem pendingin dehumidifikasi ini, yakni *solid adsorption direct cooling system* (SDCS) dan *liquid absorption direct cooling system* (LDCS) (Wang, dkk., 2014). Pada penelitian ini, akan difokuskan pada sistem refrigerasi dengan adsorpsi oleh desikan padat (SDCS) atau dikenal juga dengan nama *solid desiccant cooling*. Walaupun memiliki temperatur regenerasi yang lebih tinggi daripada desikan cair, desikan padat memiliki kapasitas pengeringan yang lebih tinggi, mudah dibersihkan, tidak mahal, tidak mudah terbakar, tidak korosif, dan ramah lingkungan (Sahlot, 2016).

## **1.2. Tema Sentral Masalah**

Tema sentral masalah dalam penelitian ini adalah mensimulasikan proses refrigerasi dehumidifikasi dengan desikan padat berupa silica gel menggunakan software Aspen Plus v8.8. Dari simulasi yang dilakukan, diteliti pengaruh dari variasi berbagai kondisi udara umpan terhadap performa dari siklus refrigerasi tersebut.

## **1.3. Identifikasi Masalah**

Dari studi pustaka yang diperoleh dan tema sentral masalah di atas, masalah dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mensimulasikan siklus refrigerasi dehumidifikasi?

2. Bagaimana pengaruh dari kondisi operasi (laju alir udara dan RH udara) terhadap performa siklus?

#### 1.4. Premis

Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, diperoleh data-data pendukung untuk penelitian:

1. Adsorben yang digunakan proses refrigerasi dehumidifikasi ini adalah *silica gel* (Alahmer, dkk., 2019; D. Wang, 2014; Panaras, dkk., 2011).
2. Model termodinamika yang dipakai untuk mendapatkan data termodinamik udara kering dan air adalah NRTL (Quiroz, dkk., 2012).
3. COP untuk AC biasa dalam kondisi normal kira-kira 3,0–5,0 (Wang, dkk., 2016).
4. Laju aliran udara masuk ke AC rumahan adalah sekitar 47,0-60,5 L/s per kW (Parker, dkk., 1997) atau sekitar 169,2-217,8 m<sup>3</sup>/h per kW.
5. Nilai RH udara rata-rata di kota Bandung pada tahun 2019 adalah 74,25% dan rentang RH rata-rata berkisar dari 64% hingga 83%, sebagaimana terlampir pada Tabel 1.1 (BMKG Stasiun Bandung, 2019).

**Tabel 1.1** Kelembaban udara (persen) tahun 2019 di kota Bandung (BMKG Stasiun Bandung, 2019)

RH	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Min	67,00	68,00	63,00	73,00	67,00	63,00	58,00	47,00	52,00	42,00	45,00	75,00
Max	87,00	90,00	90,00	89,00	87,00	77,00	79,00	77,00	73,00	81,00	90,00	93,00
Rata-rata	79,00	81,00	80,00	80,00	79,00	72,00	69,00	66,00	64,00	64,00	74,00	83,00

#### 1.5. Hipotesis

1. Simulasi dilakukan dengan bantuan *Aspen Plus v8.8.* dan menggunakan data dari studi literatur.
2. Laju alir udara dan RH rendah akan meningkatkan nilai COP.

#### 1.6. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan simulasi siklus refrigerasi dehumidifikasi dengan bantuan perangkat lunak *Aspen Plus v8.8.*

2. Membandingkan variasi kondisi operasi (laju alir udara dan RH udara) terhadap performa siklus

## **1.7. Manfaat Penelitian**

### **1.7.1. Bagi Industri**

1. Mampu memberikan alternatif siklus untuk proses pendinginan/refrigerasi, khususnya untuk mendinginkan ruangan

### **1.7.2. Bagi Ilmuwan**

1. Mampu melakukan simulasi siklus refrigerasi dehumidifikasi menggunakan bantuan Aspen
2. Mampu mengembangkan siklus refrigerasi ini agar lebih efisien