

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “UPAYA PENGURANGAN PENGUAPAN AIR PENDINGIN PADA *EVAPORATIVE CONDENSER*” tepat pada waktunya.

Pada pembuatan laporan skripsi ini terdapat banyak pihak yang membantu, di mana tanpa mereka laporan ini, tidak akan selesai dengan baik dan tepat pada waktunya. Karena hal tersebut, penulis ingin berterima kasih kepada pihak-pihak tersebut.

1. Bapak Eric Jobiliong, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan dan pembimbing pendamping skripsi, yang telah membantu dan memberikan saran-saran untuk pelaksanaan tugas akhir ini.
2. Ibu Dr. Nuri Arum Anugrahati, selaku Wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan.
3. Bapak Laurence M.T., selaku Direktur Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan.
4. Ibu Priskila Christine Rahayu, S.Si., M.T., selaku ketua program studi Teknik Industri Universitas Pelita Harapan.
5. Bapak Dr. Ing. Anthony Riman, selaku pembimbing utama skripsi, yang telah menasehati dan mengarahkan dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini.
6. Keluarga yang telah mendukung penulis dalam bentuk dukungan moral atau nasihat.
7. Pihak-pihak lain yang terlibat dengan skripsi secara langsung, atau tidak langsung tapi tidak disebutkan satu per-satu.

Dalam penelitian ini, diharapkan bahwa informasi yang dibutuhkan oleh pembaca dapat tersampaikan dengan baik dan benar, dan juga mendapatkan sesuatu yang baru.

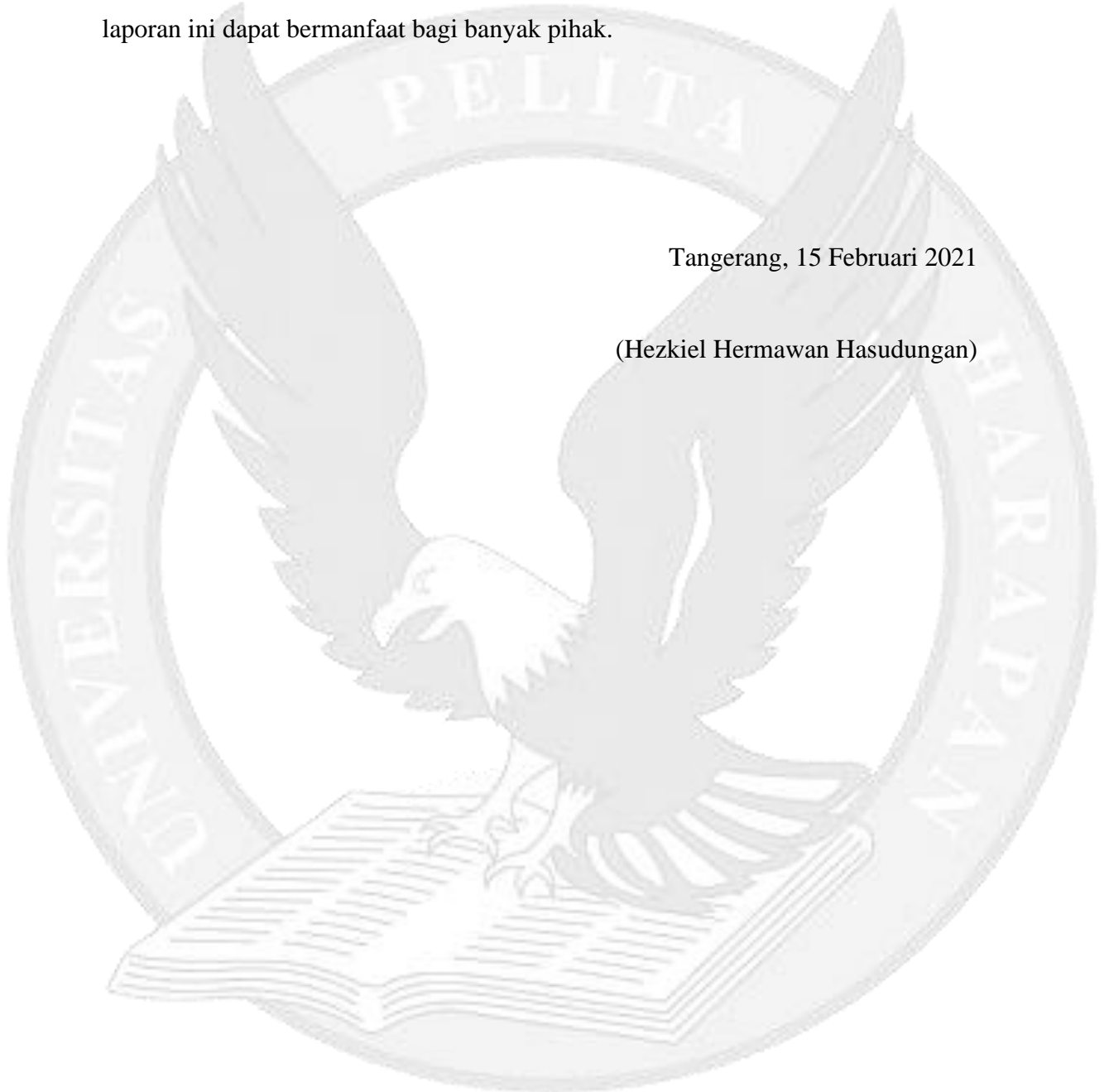
Penulisan laporan skripsi ini tidak lepas dari kekurangan, baik dari segi

bahasa maupun pembahasan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan atau kesalahan dalam penyusunan laporan ini.

Akhir kata, segala kritik dan saran yang bersifat membangun dapat disampaikan untuk kesempurnaan laporan ini. Penulis sangat mengharapkan agar laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Tangerang, 15 Februari 2021

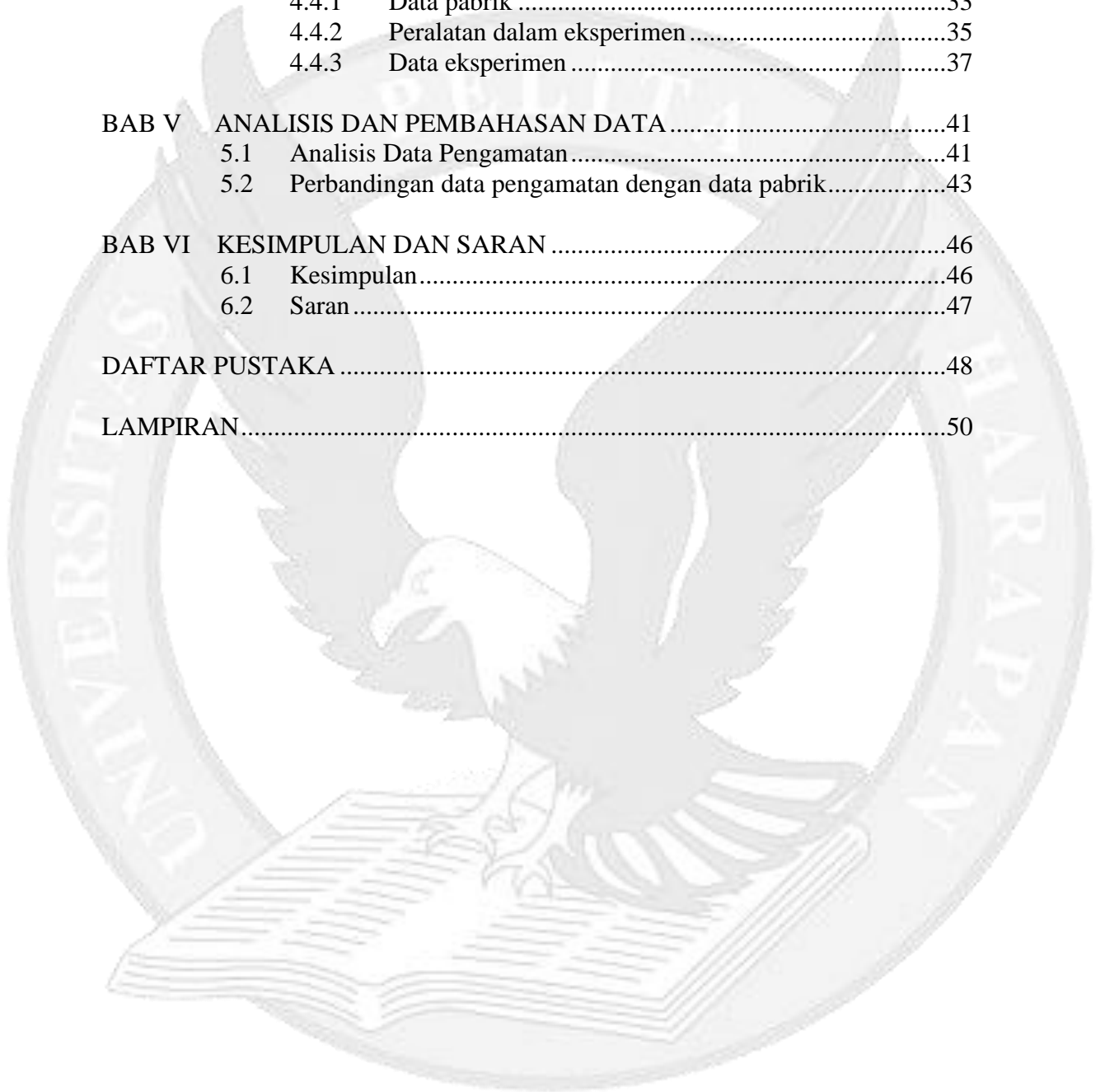
(Hezkiel Hermawan Hasudungan)



## DAFTAR ISI

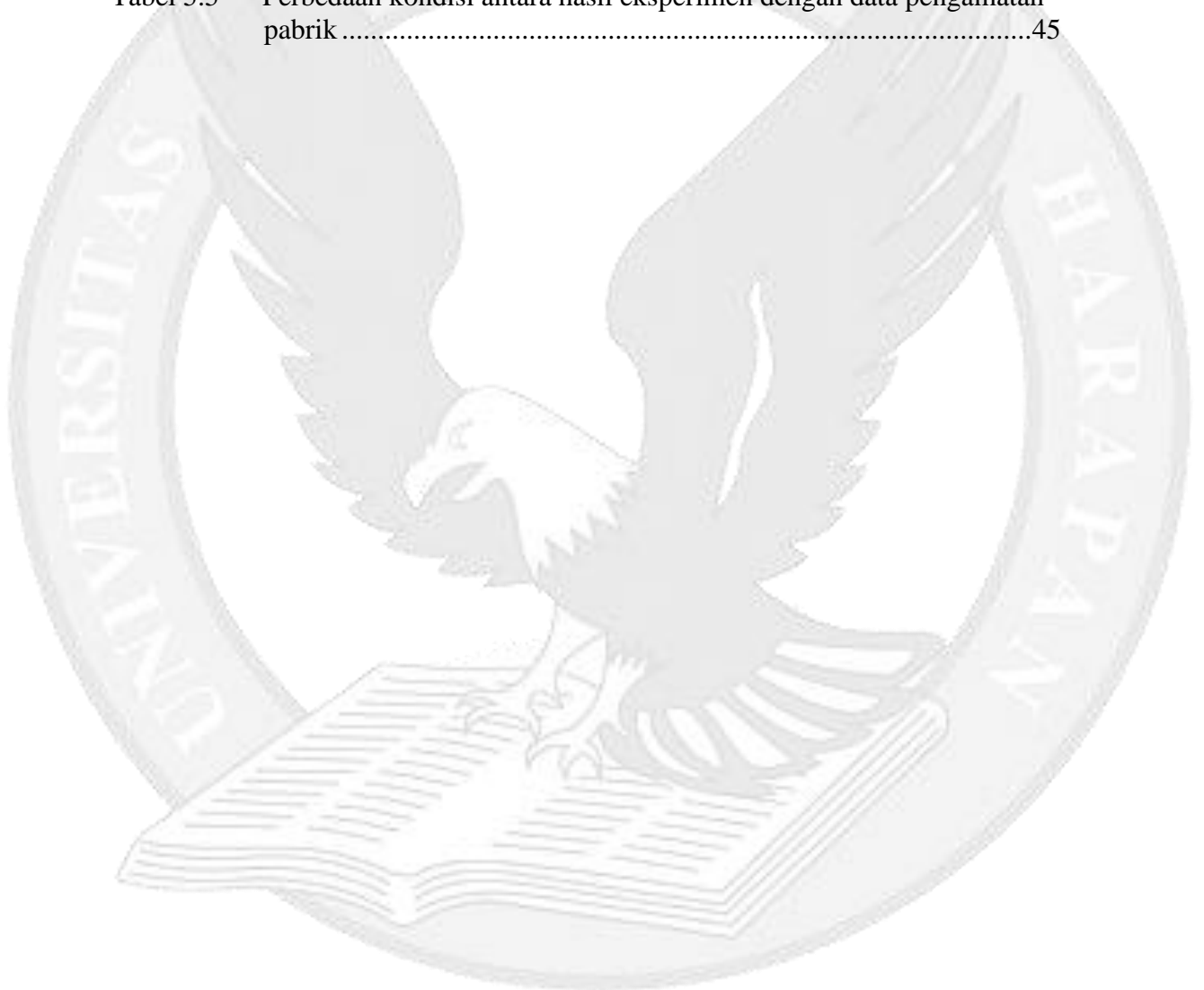
	halaman
HALAMAN JUDUL.....	
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN UNGGAH TUGAS AKHIR.....	
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI.....	
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI.....	
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR RUMUS .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Pembatasan Masalah .....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Definisi Termodinamika.....	5
2.1.1 Hukum ke-nol Termodinamika .....	5
2.1.2 Hukum pertama Termodinamika.....	6
2.1.3 Hukum kedua Termodinamika .....	7
2.1.4 Hukum ketiga Termodinamika.....	7
2.2 <i>Refrigeration</i> .....	8
2.2.1 <i>Single-stage ideal vapor compression cycle</i> .....	10
2.3 <i>Evaporative condenser</i> .....	11
2.4 Transfer Energi Panas.....	13
2.5 <i>Vortex Tube</i> .....	16
2.6 <i>Heat Exchanger</i> .....	18
BAB III METODE PENELITIAN .....	19
3.1 Penelitian Pendahuluan .....	19
3.2 Perumusan Masalah.....	19
3.3 Tujuan Penelitian.....	19
3.4 Kajian Pustaka .....	19
3.5 Desain, Pengumpulan dan Pengolahan Data .....	19
3.6 Analisis dan Pembahasan Data.....	20
3.7 Kesimpulan dan Saran.....	20
3.8 Skema Metode Penelitian .....	20

BAB IV	DESAIN, PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....	23
4.1	Pengembangan ide eksperimen .....	23
4.2	Pengoperasian <i>evaporative condenser</i> .....	28
4.3	Desain eksperimen.....	29
4.4	Pengumpulan Data.....	33
4.4.1	Data pabrik .....	33
4.4.2	Peralatan dalam eksperimen .....	35
4.4.3	Data eksperimen .....	37
BAB V	ANALISIS DAN PEMBAHASAN DATA .....	41
5.1	Analisis Data Pengamatan .....	41
5.2	Perbandingan data pengamatan dengan data pabrik.....	43
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN .....	46
6.1	Kesimpulan.....	46
6.2	Saran .....	47
DAFTAR PUSTAKA	.....	48
LAMPIRAN	.....	50



## DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 4.1	Data suhu <i>evaporative condenser</i> pabrik.....34
Tabel 4.2	Hasil pengambilan data.....37
Tabel 4.3	Rangkuman perhitungan laju panas $\dot{Q}_M$ dan panas spesifik $q$ .....40
Tabel 5.1	Rangkuman data eksperimen .....41
Tabel 5.2	Perbandingan pengurangan laju penguapan air antara konfigurasi <i>heat exchanger</i> dengan konfigurasi tanpa <i>heat exchanger</i> .....42
Tabel 5.3	Perbandingan data pabrik dengan data pengamatan .....43
Tabel 5.4	Pengurangan laju penguapan air di pabrik.....44
Tabel 5.5	Perbedaan kondisi antara hasil eksperimen dengan data pengamatan pabrik .....45

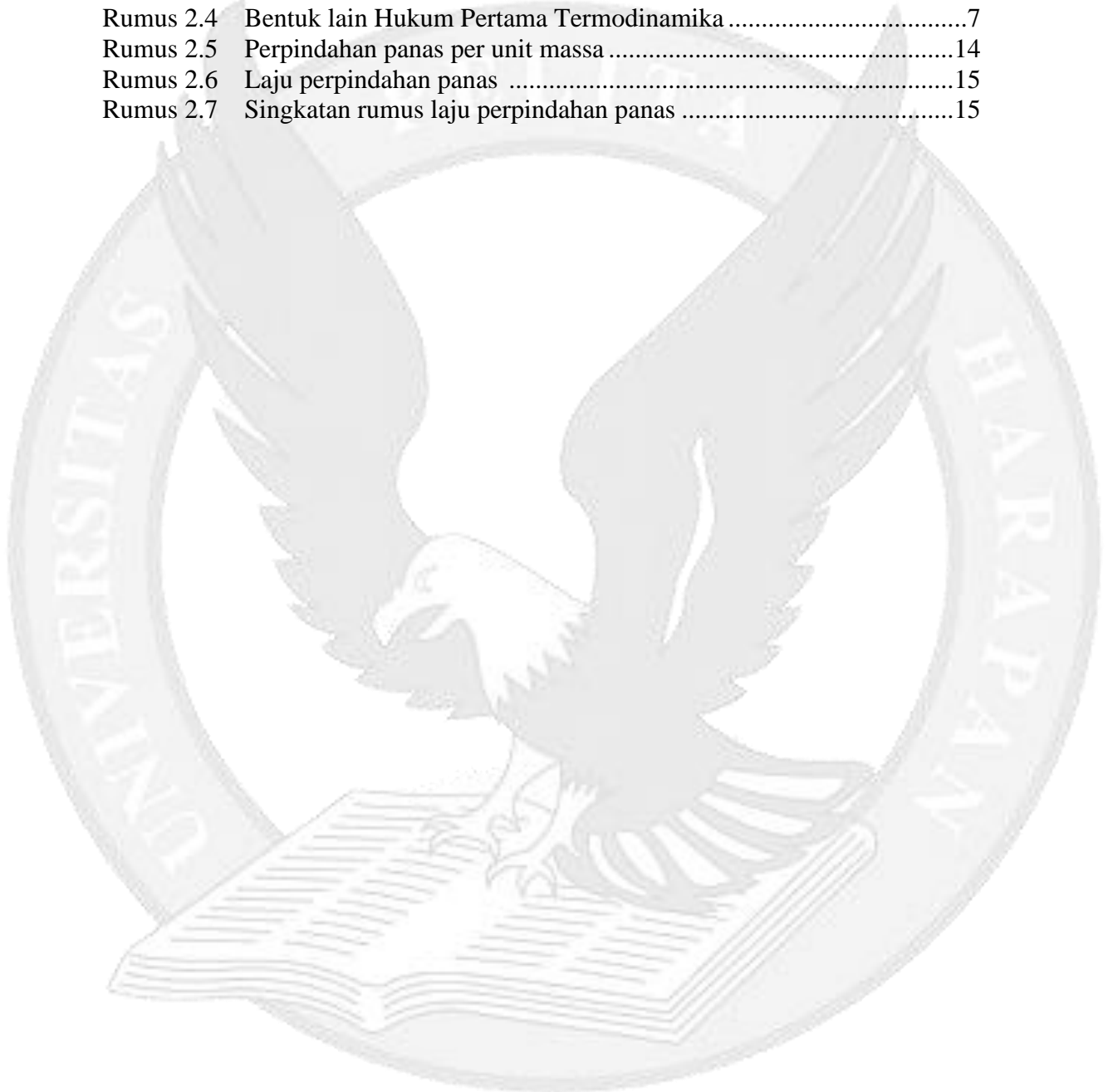


## DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 1.1 <i>Condenser</i> .....	1
Gambar 1.2 <i>Cooling tower</i> .....	2
Gambar 2.1 Siklus <i>single-stage vapor compression</i> ideal .....	10
Gambar 2.2 Diagram p-h siklus <i>single-stage vapor compression</i> ideal .....	11
Gambar 2.3 Diagram skematik <i>evaporative condenser</i> tipe <i>combined flow</i> .....	13
Gambar 2.4 Mode atau cara proses perpindahan panas .....	16
Gambar 2.5 Diagram skema dari tabung pusaran .....	16
Gambar 2.6 Diagram 3D skema dari tabung pusaran, serta dua macam foto <i>vortex tube</i> .....	17
Gambar 2.7 Pengaturan aliran pada <i>concentric tube heat exchanger</i> . (a) <i>Parallel flow</i> . (b) <i>Counter flow</i> . (c) <i>Cross-flow</i> . .....	18
Gambar 3.1 Skema Metode Penelitian.....	21
Gambar 3.2 Skema Metode Penelitian (lanjutan) .....	22
Gambar 4.1 Alat <i>heat exchanger</i> .....	23
Gambar 4.2 Perancangan eksperimen.....	24
Gambar 4.3 Diagram <i>Pressure-Enthalpy</i> untuk $\text{NH}_3$ .....	25
Gambar 4.4 Perancangan peralatan untuk eksperimen .....	27
Gambar 4.5 Gambar perpindahan panas pada <i>evaporative condenser</i> .....	29
Gambar 4.6 Perancangan <i>heat exchanger</i> .....	30
Gambar 4.7 Struktur dalam <i>heat exchanger</i> .....	31
Gambar 4.8 Gambar perancangan eksperimen, dengan arah panah biru untuk <i>counter flow</i> dengan fluida panas dan arah panah oranye untuk <i>parallel flow</i> dengan fluida panas .....	31
Gambar 4.9 Diagram skematik <i>evaporative condenser</i> skala kecil, beserta dimensinya.....	32
Gambar 4.10 <i>Infrared thermometer gun</i> yang digunakan untuk mengambil data pada <i>evaporative condenser</i> pabrik.....	33
Gambar 4.11 Diagram skematik <i>evaporative condenser</i> pabrik es beserta huruf sebagai tanda lokasi pengambilan data suhu .....	34
Gambar 4.12 <i>Evaporative condenser</i> skala kecil.....	35
Gambar 4.13 <i>Generator Diesel</i> yang digunakan untuk air panas .....	36
Gambar 4.14 <i>Thermometer</i> digital untuk pengukuran suhu pada pipa-pipa.....	36
Gambar 4.15 <i>Alcohol thermometer</i> untuk pengukuran suhu <i>dry bulb</i> lingkungan .....	37
Gambar 4.16 Rancangan eksperimen.....	38

## DAFTAR RUMUS

	halaman
Rumus 2.1 Hukum Pertama Termodinamika.....	6
Rumus 2.2 Bentuk lain Hukum Pertama Termodinamika .....	6
Rumus 2.3 Bentuk lain Hukum Pertama Termodinamika .....	6
Rumus 2.4 Bentuk lain Hukum Pertama Termodinamika .....	7
Rumus 2.5 Perpindahan panas per unit massa .....	14
Rumus 2.6 Laju perpindahan panas .....	15
Rumus 2.7 Singkatan rumus laju perpindahan panas .....	15



## DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
<b>LAMPIRAN A</b>	
Kompresi udara secara <i>isothermal</i> sampai 2 bar .....	A-1
Kompresi udara secara <i>isothermal</i> diatas 100 bar, lalu di ekspansi.....	A-2
Kompresi dengan <i>turbine</i> .....	A-3
<b>LAMPIRAN B</b>	
Dimensi <i>evaporative condenser</i> .....	B-1
<b>LAMPIRAN C</b>	
Diagram p-h untuk R717(NH <sub>3</sub> ).....	C-1
Diagram p-h untuk R717 (NH <sub>3</sub> ) dengan petunjuk .....	C-2

