



TERMODINAMIKA FISIKA DAN APLIKASINYA

Prof. Dr. Drs. Bartholomeus Pasangka, M.Si

TERMODINAMIKA FISIKA DAN APLIKASINYA

PENULIS

Prof. Dr. Drs. Bartholomeus Pasangka, M.Si

EDITOR

Dr. Abdul Wahid, S.Si., M.Si



UU No. 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan Sifat Hak Cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan fonogram yang telah dilakukan pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
2. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

TERMODINAMIKA FISIKA DAN APLIKASINYA

Prof. Dr. Drs. Bartholomeus Pasangka, M.Si

EDITOR:
Dr. Abdul Wahid, S.Si., M.Si

DESAIN SAMPUL:
Rachmadiansyah

SUMBER:
www.tangguhdenarajaya.com

ISBN:
978-623-8522-11-8

UKURAN:
ix + 223 Hal; 15.5 cm x 23 cm

CETAKAN PERTAMA:
Januari 2024

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.
Dilarang menggandakan atau memperbanyak sebagian atau
seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun tanpa izin tertulis
dari penerbit dan penulis.

ANGGOTA IKAPI: 006/NTT/2022
PENERBIT TANGGUH DENARA JAYA
Jl. Timor Raya No. 130 B Oesapa Barat, Kelapa Lima
Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur
E-mail: tangguhdenarajaya@gmail.com
Telepon: 0380-8436618/081220051382

KATA PENGANTAR

Buku dengan judul TERMODINAMIKA FISIKA DAN APLISINYA diperuntukan kepada Mahasiswa Jurusan Fisika jenjang S_1 dan saintis lainnya. Mengingat terbatasnya buku-buku panduan atau referensi mahasiswa dan kebutuhan semakin bertambah, maka mendorong penulis untuk dapat merealisasikan tulisan ini dalam bentuk suatu buku referensi utama/ pokok pada kajian Termodinamika Fisika dan Aplikasinya.

Buku ini ditulis dalam bentuk sistematika dan ringkas sebagai pedoman atau panduan mengkaji dan mempelajari materi dalam buku-buku acuan lain dalam berbagai tulisan. Untuk mengukur kemajuan dalam mempelajari dan mengkaji buku ini, disajikan soal-soal evaluasi yang dapat dikerjakan.

Isi buku ini terdiri dari delapan bab yang disajikan secara terpisah dan dilengkapi dengan analisis tambahan pada appendix. Diharapkan bahwa dengan selesainya mempelajari buku ini, para mahasiswa dan pemakai lainnya memiliki kemampuan yang memadai tentang termodinamika, dan dapat mengaplikasikannya dalam pekerjaannya di lapangan.

Buku ini digunakan dapat digunakan sebagai acuan utama bahan ajar dan sekaligus referensi dalam kajian Termodinamika.

Semoga buku ini dapat memberi manfaat kepada siapa saja yang membutuhkannya.

Kupang, 15 Agustus 2023
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
BUKU REFERENSI TERMODINAMIKA FISIKA	
TINJAUAN MTERI.....	viii
 BAB I. KONSEP-KONSEP DASAR TERMODINAMIKA	
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Konsep Dasar Termodinamika.....	1
1.2.1 Pandangan Umum Termodinamika.....	1
1.2.2 Sistem Termodinamika.....	2
1.2.3 Koordinat Termodinamika.....	3
1.2.4 Keseimbangan Termodinamika.....	4
1.2.5 Proses Termodinamika.....	5
1.2.6 Tekanan.....	6
1.3 Termometri.....	7
1.3.1 Tiga Syarat yang Dipenuhi Termometer.....	7
1.3.2 Beberapa Jenis Termometer.....	8
1.3.3 Macam-Macam Skala Termometer.....	9
1.3.4 Skala Temperatur Internasional.....	11
1.4 Suhu dan Kalor.....	13
1.4.1 Suhu.....	13
1.4.2 Kalor.....	14
1.4.3 Tara Kalor Mekanik.....	14
1.4.4 Asas Black.....	15
1.4.5 Pemuaian Zat.....	17
1.5 Perpindahan Kalor.....	20
1.5.1 Perpindahan Kalor secara Konduksi.....	20
1.5.2 Perpindahan Kalor secara Konveksi.....	21
1.5.3 Perpindahan Kalor secara Radiasi.....	21
1.5.4 Aliran Kalor Konduksi pada Keadaan Tunak.....	22
1.5.5 Aliran Kalor Konduksi yang Berubah Terhadap Waktu dan Terdapat Sumber Kalor dalam Zat.....	25
1.6 Diferensial Parsial.....	27

1.7 Soal-Soal Evaluasi.....	30
BAB II. PERSAMAAN KEADAAN	
2.1 Pendahuluan.....	33
2.2 Hubungan Variabel Keadaan.....	33
2.3 Persamaan Keadaan Gas Ideal.....	33
2.4 Perubahan Keadaan Gas Ideal.....	40
2.5 Koefisien Pengembangan dan Kompresibilitas....	46
2.6 Persamaan Keadaan Gas van der Waals dan Gas Beattie Bridgeman.....	47
2.7 Persamaan Keadaan Gas van der Waals dengan Koefisien Variat.....	52
2.8 Persamaan Keadaan untuk Sistem lain.....	52
2.9 Soal-Soal Evaluasi.....	54
BAB III. USAHA TERMODINAMIKA	
3.1 Pendahuluan.....	59
3.2 Usaha Termodinamika.....	59
3.3 Usaha pada Proses Siklis.....	62
3.4 Soal-Soal Evaluasi.....	62
BAB IV. HUKUM I TERMODINAMIKA	
4.1 Pendahuluan.....	64
4.2 Hukum I Termodinamika.....	64
4.3 Entalpi dan Kalor laten.....	67
4.4 Kapasitas Kalor gas.....	69
4.5 Soal-Soal Evaluasi.....	70
BAB V. PERSAMAAN ENERGI SEBAGAI APLIKASI HUKUM I TERMODINAMIKA	
5.1 Pendahuluan.....	72
5.2 Persamaan Energi untuk Variabel Bebas T, v	72
5.3 Persamaan Energi untuk Variabel Bebas T, p	74
5.4 Persamaan Energi untuk Variabel Bebas p, v	75
5.5 Soal-Soal Evaluasi.....	76
BAB VI. HUKUM II TERMODINAMIKA	
6.1 Pendahuluan.....	78
6.2 Hukum II Termodinamika.....	78
6.3 Skala Temperatur Termodinamika.....	79
6.4 Efisiensi Mesin.....	82
6.5 Suhu Nol Mutlak.....	84

6.6 Persamaan Clausius-Clapeyron.....	84
6.7 Soal-Soal Evaluasi.....	87
BAB VII. ENTROPI DAN KESETIMBANGANCLAUSIUS	
7.1 Pendahuluan.....	88
7.2 Entropi dan Kesetimbangan Clausius.....	88
7.3 Perhitungan Entropi.....	89
7.4 Soal-Soal Evaluasi.....	94
BAB VIII. KOMBINASI HUKUM I DAN HUKUM II TERMODINAMIKA	
8.1 Pendahuluan.....	96
8.2 Kombinasi Hukum I dan Hukum II termodinami- ka.....	96
a. Variabel Bebas T, p.....	96
b. Variabel Bebas T, v.....	98
c. Variabel Bebas p, v.....	99
8.3 Fungsi-Fungsi Karakteristik.....	100
8.4 Persamaan Maxwell.....	102
8.5 Efek Joule.....	103
8.6 Efek Joule-Kelvin.....	103
8.7 Aplikasi pada Gas Ideal dan gas van der Waals...	105
8.8 Soal-Soal Evaluasi.....	106
BAB IX. ANALISIS FUNGSI-FUNGSI DIFERENSIAL TERMODINAMIKA	
9.1 Koefisien Pengembangan dan Kompresibilitas....	109
9.2 Persamaan Energi	
2.1 Persamaan Energi untuk Variabel Bebas T, v..	115
2.2 Persamaan Energi untuk Variabel Bebas T, p..	123
2.3 Persamaan Energi untuk Variabel Bebas p, v..	129
9.3 Hukum I Termodinamika.....	132
9.4 Tenaga Dakhil Gas.....	136
9.5 Usaha Luar oleh Gas Ideal pada Proses Ekspansi Adiabtik Kuasistatis.....	139
9.6 Ekspansi Joule-Kelvin.....	140
9.7. Hubungan c_p dan c_v untuk Variabel Bebas p, v...	141
BAB X. DIFFERENTIAL ANALYSIS OF HEAT	
10.1 The Differential Description of Heat Conduction.	143
10.1.1 Heat Flux.....	143
10.1.2 The Differential Equation of Heat Conduction.	143
10.1.3 Boundary Conditions.....	145

10.1.4 The Solution Method of the Problem on Heat Conduction Equation.....	147
10.2 Heat Transfer on the Rocks Sample of the Earth	
10.2.1 Heat Transfer with Conduction System.....	149
10.2.1.1 Fourier's Law of Heat Conduction.....	149
10.2.1.2 The Measurement of Thermal Conductivity at the Surface of the Earth for Determining Heat Flux.....	150
10.2.1.3 The Heat Flow on the Surface of the Earth.....	156
10.2.1.4 Heat Production by Decaying of Natural Radioisotopes.....	158
10.2.1.5 Steady Heat Conduction with Volumetric Heat Production in One Dimension.....	160
10.2.1.6 The Profile of a Conduction Temperature in the Mantle.....	163
10.2.1.7 The Geotherm of Continental.....	164
10.2.1.8 Radial Heat Conduction in a Sphere.....	169
10.2.1.9 Steady Two and Three Dimensional Heat Conduction.....	172
10.2.1.10 Subsurface Temperature Due to Periodic Surface Temperature and Topography.....	173
10.2.1.11 Time Dependent Heat Conduction in One Dimension.....	177
10.2.1.12 Periodic Heating of a Semi-infinite Half-Space.....	178
10.2.1.13 Heating or Cooling Instantaneously of a Semi-infinite Half-space.....	182
10.2.1.14 The Oceanic Lithosphere Cooling.....	183
10.2.1.15 The Stefan Problem.....	190
10.3. HEAT TRANSFER WITH CONVECTION SYSTEM	
10.3.1 Two Dimensional Convection of Fluid.....	193
10.3.2 Two Dimensional Balances of Force Component...	195
10.3.3 Thermal Convection.....	199
10.3.4 Linear Stability analysis of Thermal Convection in a Layer of Fluid Heated from Below.....	203
10.3.5 Boundary Layer Theory for Finite Amplitude Thermal Convection.....	211
DAFTAR PUSTAKA.....	221