



Termodinamika

Perspektif STEM-Etnosains untuk
Pendidikan IPA

Sunu Wahyudhi
Yamin

TERMODINAMIKA

Perspektif STEM-Etnosains untuk Pendidikan IPA

**Sunu Wahyudhi
Yamin**



CV Bayfa Cendekia Indonesia

Termodinamika: Perspektif STEM-Etnosains untuk Pendidikan IPA

© Sunu Wahyudhi
Yamin

ISBN:

Editor : Tim Editor Bayfa Cendekia
Tata Letak : Tim Desain Bayfa Cendekia
Desain Sampul : (freepik.com)

Penerbit:

CV. Bayfa Cendekia Indonesia
(Anggota IKAPI No. 272/JTI/2021)

Redaksi:

Jln. Raya Dsn Juron-Pucangrejo RT 008/ RW 004
Kec. Sawahan Kabupaten Madiun 63162
Website : mediacendekia.my.id/buku
Phone/WA : 0857-3031-8025

Cetakan Pertama, Oktober 2026
vii+170 hlm; 15,5x23 cm

Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang Undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

Kutipan 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 (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).
- (3) 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 a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
- (4) Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku yang berjudul "Termodinamika: Perspektif STEM-Etnosains untuk Pendidikan IPA" ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini hadir sebagai tanggapan atas tantangan dalam pembelajaran sains, khususnya fisika termodinamika, yang kerap dianggap abstrak, teoretis, dan jauh dari pengalaman sehari-hari peserta didik. Melalui pendekatan terintegrasi STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dan Etnosains, buku ini berupaya menjembatani konsep-konsep ilmiah formal dengan realitas budaya serta kearifan lokal yang tumbuh di tengah masyarakat.

Keunikan utama dari buku ini terletak pada pengangkatan kearifan lokal masyarakat pesisir Madura sebagai laboratorium alam dan etnosains. Berbagai aktivitas dan tradisi lokal –mulai dari proses pengeringan dan pengasapan ikan, perebusan serta kristalisasi garam, operasional mesin perahu katinting nelayan, pemanfaatan boks pendingin, hingga rantai energi pada pabrik es balok—dijadikan sebagai bahan kajian nyata untuk menelaah prinsip-prinsip termodinamika. Integrasi ini diharapkan mampu menghadirkan pembelajaran IPA yang lebih bermakna, berakar pada budaya lokal (place-based education), sekaligus relevan dengan perkembangan teknologi masa kini.

Sistematika penulisan buku ini disusun secara bertahap dan menyeluruh ke dalam tujuh bab pembahasan. Materi diawali dari pengantar sistem termodinamika dan Hukum Ke-0 Termodinamika, dilanjutkan dengan konsep suhu, termometer, serta mekanisme transfer panas (konduksi, konveksi, dan radiasi). Pembahasan kemudian berkembang pada topik gas ideal, kerja, panas, dan energi dalam, yang disusul oleh penerapan Hukum Pertama Termodinamika pada siklus dan teknologi lokal. Selanjutnya, buku ini mengupas Hukum Kedua Termodinamika beserta konsep entropi dan batasan efisiensi, analisis operasional mesin kalor, pompa kalor, dan mesin pendingin, hingga diakhiri dengan Hukum Ketiga Termodinamika beserta implikasinya. Setiap bab dilengkapi dengan studi kasus lokal pesisir Madura, pendekatan STEM, dan pemetaan konsep yang dirancang untuk memperkuat pemahaman holistik pembaca.

Buku ini ditujukan bagi para calon pendidik, guru IPA, mahasiswa, maupun praktisi pendidikan yang ingin mengembangkan

pembelajaran sains yang inovatif dan kontekstual. Dengan memadukan etnosains pesisir Madura ke dalam kerangka STEM, buku ini diharapkan dapat membantu melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi (High Order Thinking Skills), menumbuhkan literasi sains, serta memperkuat rasa bangga terhadap kekayaan budaya nusantara. Penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh pihak, para pakar, rekan sejawat, serta masyarakat yang telah memberikan bantuan, inspirasi, dan wawasan berharga selama proses penyusunan buku ini. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat yang luas dan menginspirasi pembaruan dalam dunia pendidikan IPA di Indonesia.

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB 1 Pengantar Dan Hukum Ke-0 Termodinamika.....	1
Pendahuluan.....	1
Sistem Termodinamika dan Volume Kontrol.....	5
Sudut Pandang Makroskopik dan Mikroskopik.....	14
Sifat dan Karakteristik Zat.....	18
Variabel Keadaan dan Kesetimbangan Termal Sistem	21
Proses dan Siklus	23
Hukum Ke-0 Termodinamika.....	25
Studi Kasus Lokal: Termodinamika pada Proses Pengeringan Ikan Asin dan Pendinginan Ikan di Pesisir Madura	30
Pendekatan STEM pada Fenomena Termodinamika	32
Pemetaan Konsep Termodinamika dalam Kerangka STEM.....	34
BAB 2 Suhu, Termometer, dan Transfer Panas	37
Suhu	37
Termometer	40
Kalor.....	46
Konduksi.....	48
Konveksi.....	51
Radiasi	53
Studi Kasus Lokal: Suhu dan Transfer Panas pada Produksi Garam Rebus serta Pengasapan Ikan di Pesisir Madura	56
Pendekatan STEM pada Suhu dan Transfer Panas di Pesisir Madura	58
Pemetaan Konsep Suhu dan Transfer Panas	61
BAB 3 Gas Ideal, Kerja, Panas dan Energi Dalam	64
Gas Ideal.....	64
Persamaan Gas Ideal	66
Kerja	68
Panas	71
Energi Dalam.....	74
Studi Kasus Lokal: Gas Ideal, Kerja, dan Kalor pada Produksi Es Balok bagi Nelayan Pesisir Madura	77
Pendekatan STEM pada Gas Ideal, Kerja, dan Kalor di Pesisir Madura	79

Pemetaan Konsep Gas Ideal, Kerja, dan Kalor dalam Kerangka STEM.....	81
BAB 4 Hukum Pertama Termodinamika dan Aplikasinya	84
Prinsip Kekekalan Energi dan Hukum Pertama Termodinamika ..	84
Proses-proses Termodinamika.....	88
Entalpi dan Kapasitas Kalor.....	93
Penerapan Hukum Pertama pada Siklus Termodinamika.....	95
Studi Kasus Lokal: Hukum Pertama Termodinamika pada Perebusan Garam dan Mesin Katinting Nelayan Madura	97
Pendekatan STEM pada Hukum Pertama Termodinamika di Pesisir Madura.....	99
Pemetaan Konsep Hukum Pertama Termodinamika dalam Kerangka STEM	101
BAB 5 Hukum Kedua Termodinamika dan Konsep Entropi	104
Hukum Kedua Termodinamika	104
Prinsip Mesin Termal.....	110
Konsep Entropi.....	113
Studi Kasus Lokal: Batas Efisiensi Mesin Katinting dan Ireversibilitas Pencairan Es pada Boks Pendingin Ikan di Pesisir Madura	118
Pendekatan STEM pada Hukum Kedua Termodinamika dan Entropi di Pesisir Madura	120
Pemetaan Konsep Hukum Kedua Termodinamika dan Entropi dalam Kerangka STEM	123
BAB 6 Mesin Kalor, Pompa Kalor, dan Mesin Pendingin	126
Mesin Termal dan Siklus Operasional.....	126
Mesin Kalor dan Analisis Efisiensi.....	128
Mesin Pendingin dan Koefisien Kinerja.....	131
Pompa Kalor dan Koefisien Kinerja.....	133
Perbandingan Mesin Ideal dan Mesin Nyata	135
Studi Kasus Lokal: Rantai Energi Genset dan Mesin Pendingin pada Pabrik Es Balok di Pesisir Madura	137
Pendekatan STEM pada Mesin Kalor dan Mesin Pendingin di Pesisir Madura.....	139
Pemetaan Konsep Mesin Kalor, Pompa Kalor, dan Mesin Pendingin dalam Kerangka STEM.....	141
BAB 7 Hukum Ketiga Termodinamika.....	144
Hukum Ketiga Termodinamika	144
Implikasi Hukum Ketiga	148
Nol Absolut dalam Mekanika Statistik.....	152
Aplikasi Hukum Ketiga dalam Kriogenika	154

Studi Kasus Lokal: Analogi Keteraturan Kristal Garam dan Batas Asimtotik Pendinginan pada Praktik Pesisir Madura	158
Pendekatan STEM pada Hukum Ketiga Termodinamika: Analogi dari Kristalisasi Garam dan Pendinginan Ikan	160
Pemetaan Konsep Hukum Ketiga Termodinamika dalam Kerangka STEM.....	162
DAFTAR PUSTAKA.....	165
BIOGRAFI PENULIS	168