



KALOR DAN LISTRIK

Goldberd Harmuda Duva Sinaga, S.Si., M.Si - Ruben Cornelius Siagian



KALOR DAN LISTRIK

Goldberd Harmuda Duva Sinaga, S.Si., M.Si
Ruben Cornelius Siagian



KALOR DAN LISTRIK

Penulis:

Goldberd Harmuda Duva Sinaga & Ruben Cornelius Siagian

Desain Cover:

Fawwaz Abyan

Tata Letak:

Handarini Rohana

Editor:

Aas Masruroh

ISBN:

978-623-459-171-2

Cetakan Pertama:

Agustus, 2022

Hak Cipta 2022, Pada Penulis

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

Copyright © 2022

by Penerbit Widina Bhakti Persada Bandung

All Right Reserved

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian
atau
seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:

WIDINA BHAKTI PERSADA BANDUNG

(Grup CV. Widina Media Utama)

Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 360/JBA/2020

Website: www.penerbitwidina.com

Instagram: [@penerbitwidina](https://www.instagram.com/penerbitwidina)

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena kebaikan, dan kasih karunia-Nya lah, sehingga kami dari tim penulis dapat menyelesaikan modul pembelajaran ini sesuai dengan pada waktunya. Adapun kami dari penulis menulis buku ini dengan tujuan membuat buku ajar yang berisi materi dari fisika dasar, yang secara garis besar, yaitu; Perpindahan kalor, termodinamika, dan kelistrikan.

Dalam penyelesaian buku ajar ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini perkenankan penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah ikut membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga Tuhan yang Maha Kuasa senantiasa membalas kebaikan dan bantuannya.

Buku ini ditujukan untuk mahasiswa ilmu sains dan teknologi. Buku ini juga memiliki sasaran utama untuk memberikan suatu penyajian yang jelas dan logis mengenai konsep-konsep dan prinsip-prinsip dasar fisika. Penulis juga coba menyajikan contoh-contoh praktis yang mendemonstrasikan peran fisika dalam kejadian kehidupan sehari-hari secara umum dan peran fisika dalam ilmu-ilmu lainnya secara umum.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan materi perkuliahan ini. Oleh karena itu saran dan kritik dari semua pihak untuk perbaikan dan pengembangan selanjutnya sangat diharapkan.

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB 1 DASAR PERPINDAHAN KALOR	1
A. Pengantar	1
1. Apa Itu Perpindahan Kalor	1
B. Sejarah dan Terminologi.....	2
C. Metode Perpindahan Kalor	2
1. Konduksi.....	3
2. Radiasi	5
3. Konveksi	8
D. Contoh Soal	10
E. Perpindahan Konduktivitas Kalor	14
1. Hukum Fourier Tentang Konduksi Panas	14
2. Resistansi Termal	21
3. Keuntungan: Wawasan Masalah.....	25
4. Di Luar Konduksi Dinding Bidang	26
F. Faktor Bentuk Konduksi.....	27
1. Tujuan Dari Faktor Bentuk	27
2. Pertimbangan Dasar Dalam Faktor Bentuk.....	28
3. Persamaan Faktor Bentuk:.....	29
G. Konduksi Keadaan Tidak Stabil	31
1. Biot dan Nomor Fourier	31
2. Analisis Kapasitas Termal Yang Dikumpulkan	33
H. Perpindahan Kalor Transien	34
1. Berbagai Kasus Perpindahan Panas Transien	35
2. Bilangan Biot	37
3. Metode Untuk Menyelesaikan Perpindahan Kalor Transien	37
I. Persamaan Transportasi : Neraca Massa dan Panas	38
1. Transportasi Energi dan Panas.....	38
2. Transportasi Dengan Difusi	40
3. Transportasi Dengan Konveksi.....	40
4. Persamaan Untuk Perpindahan Panas.....	40

5.	Transportasi Massal	42
J.	Pendinginan dan Pengembangan	45
1.	Permukaan Horizontal	46
2.	Permukaan Vertikal	51
BAB 2	TERMODINAMIKA DAN GAS IDEAL	55
A.	Termodinamika	55
1.	Hukum Termodinamika	58
2.	Panas	58
3.	Reservoir Panas	60
4.	Panas + Kerja	61
5.	Entropi Clausius	61
6.	Gas Ideal	63
7.	Tekanan	63
8.	Kapasitas Panas	65
9.	Mengompresi/Memperluas Gas Ideal	67
10.	Mesin Carnot	72
11.	Ekspansi Isotermal	74
12.	Ekspansi Adiabatik	75
13.	Siklus	76
14.	Efisiensi Mesin Carnot	77
15.	Usaha Total Gas	78
B.	Teori Kinetik Gas	80
1.	Ekspresi Untuk Tekanan Gas	80
2.	Untuk Menurunkan Hubungan	82
3.	Hukum Penurunan Gas	83
4.	Kebebasan Rata Rata	84
5.	Hukum Maxwell Tentang Distribusi Kecepatan Antar Molekul	86
6.	Menemukan Kecepatan Akar Rata-Rata Kuadrat (RMS)	86
7.	Kecepatan Rata-Rata	87
8.	Kecepatan Rata-Rata	87
9.	Real Gas	88
10.	Persamaan Keadaan Van Der Waals	88
11.	Ekspresi Untuk Konstanta Kritis	91
C.	Contoh Soal	92

BAB 3 MAGNET	95
A. Magnet	95
B. Torca Pada Loop Arus	97
C. Arus dan Rapat Arus	98
D. Rapat Arus Tidak Seragam	98
E. Sumber Medan Magnet.....	100
F. Hukum Ampere.....	101
G. Medan Magnet di Sekitar Kawat Tak Hingga Panjang.....	102
H. Medan Magnet di Dalam Solenoida	102
I. Hukum Faraday.....	102
J. Hukum Bio Savart	103
K. Medan Magnetik di Sekitar Kawat Lurus.....	105
L. Medan Magnetik di Pusat Busur Lingkaran Berarus	107
M. Medan Magnetik Pada Sumbu Busur Lingkaran Berarus	108
N. Medan Magnetik di Luar Kawat Panjang Berarus	109
O. Medan Magnetik di Dalam Kawat Lurus Berarus	109
P. Medan Magnetik Kumparan.....	110
Q. Gaya Magnetik Antara Dua Buah Kawat Sejajar Berarus	111
BAB 4 INDUKTANSI	113
A. Fluks Magnetik.....	113
B. Fluks Magnetic Pada Permukaan Tertutup	114
C. Hukum Lentz	116
D. Dinamo	120
E. Induktansi	121
F. Induktansi Diri	123
G. Induktansi Bersama	124
H. Rangkaian Induktor	125
1. Rangkaian Seri.....	125
2. Rangkaian Paralel	126
I. Energi Medan Magnet	127
J. Transformator.....	128
1. Daya Trafo	130
BAB 5 MEDAN DAN MUATAN LISTRIK	133
A. Medan dan Muatan Listrik	133
1. Gaya Coulomb dan Medan Listrik	133

2.	Gaya Coulomb Antar Muatan Titik	133
B.	Petir Adalah Aliran Muatan Listrik Yang Sangat Besar	136
1.	Gaya Coulomb Oleh Sejumlah Muatan	137
2.	Medan Listrik Oleh Satu Titik Muatan	138
3.	Medan Listrik Oleh Banyak Muatan Listrik	138
4.	Medan Listrik Akibat Muatan Garis Berbentuk Cincin	138
C.	Listrik	140
D.	Garis Gaya Listrik	140
E.	Hukum Gauss	141
BAB 6	POTENSIAL LISTRIK	145
A.	Energi Potensial Listrik	145
B.	Potensial Listrik	146
C.	Potensial Listrik dan Medan Listrik	146
1.	Potensial Listrik Oleh Satu Titik Muatan	147
2.	Potensial Listrik Oleh Banyak Muatan Titik	147
D.	Potensial Listrik Akibat Dipol Listrik	148
E.	Potensial Listrik Akibat Distribusi Kontinu Muatan	148
F.	Potensial Listrik Akibat Susunan Luas Keping Bermuatan Seragam	149
G.	Medan Listrik Dievaluasi	151
1.	Potensial Listrik di Sekitar Kawat Lurus	151
2.	Potensial di Pusat Kawat Berbentuk Lingkaran	152
3.	Potensial Listrik Oleh Bola Konduktor Pejal	152
4.	Potensial Listrik Oleh Bola Isolator Pejal	153
BAB 7	KAPASITANSI	155
A.	Kapasitansi	155
B.	Kapasitor Pelat Sejajar	156
C.	Kapasitor Satu Bola Konduktor	158
D.	Kapasitansi Dua Bola Konduktor Konsentris	159
E.	Kapasitor Dua Silinder Konsentris	160
F.	Kapasitor Variabel	161
G.	Rangkaian Kapasitor	163
1.	Rangkaian Seri	163
2.	Susunan Paralel	165
H.	Energi Yang Yersimpan Dalam Kapasitor	166

BAB 8 RANGKAIAN DC	169
A. Arus Pada Percabangan.....	169
B. Hambatan Listrik	170
1. Kebergantungan Hambatan Pada Suhu	171
2. Kebergantungan Hambatan Pada Tegangan	172
C. Hambatan Komersial	173
D. Potensiometer	174
E. Konduktivitas Listrik	175
F. Hubungan Konduktivitas dan Resistivitas	177
G. Rangkaian Hambatan Listrik	178
1. Hambatan Seri.....	178
2. Hambatan Paralel	178
H. Rangkaian Hambatan Listrik Dengan Sumber Tegangan.....	179
I. Hambatan Batang Dengan Penampang Tidak Konstan	180
J. Hambatan Dalam Sumber Tegangan	181
K. Loop	181
1. Rangkaian Lebih Dari Satu Loop.....	182
2. Jembatan Wheatstone	183
L. Daya Listrik	187
M. Pengukuran Arus Listrik	188
1. Yang Perlu Diperhatikan.....	189
2. Mengukur Arus Yang Melebihi Batas Maksimum Kemampuan Amperemeter	190
3. Mengukur Beda Potensial Dua Titik	191
N. Mengukur Hambatan Listrik	192
BAB 9 RANGKAIAN AC	195
A. Arus dan Tegangan Bolak-Balik	195
B. Arus Bolak-Balik Sinusoidal	195
C. Daya Disipasi Rata-Rata Tegangan Bolak-Balik.....	196
D. Tegangan Rata-Rata	197
E. Tegangan Root Mean Square (RMS)	197
F. Tegangan Bolak Balik Pada Dua Ujung Hambatan	199
G. Tegangan Antara Dua Ujung Kapasitor	200
H. Tegangan Antara Dua Ujung Induktor	202
I. Disipasi Daya Pada Kapasitor dan Induktor	204

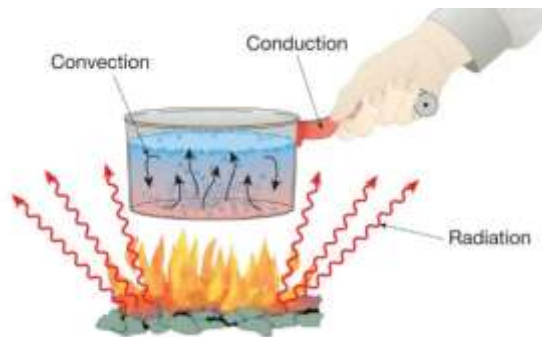
1. Disipasi Daya Pada Kapasitor	205
2. Disipasi Daya Pada Induktor	205
J. Beda Fasa Pada Tegangan dan Arus Sumber	205
K. Diagram Fasor	206
L. Rangkaian Arus Bolak-Balik	207
M. Rangkaian RL Seri	208
1. Rangkaian RC Seri	209
2. Rangkaian LC Seri	211
3. Rangkaian RLC Seri	212
N. Filter	216
O. Faktor Daya	220
P. Rangkaian Sumber dan Hambatan	221
Q. Rangkaian Sumber dan Kapasitor	221
R. Rangkaian Sumber dan Induktor	222
S. Rangkaian Seri RLC dan Impedansi	222
T. Resonansi Rangkaian Seri RLC	223
DAFTAR PUSTAKA	224
PROFIL PENULIS	227

DASAR PERPINDAHAN KALOR

A. PENGANTAR

1. Apa itu perpindahan kalor

Secara umum, perpindahan panas menggambarkan aliran panas (energi termal) karena perbedaan suhu dan distribusi dan perubahan suhu berikutnya. Ilmu yang mempelajari fenomena transpor menyangkut pertukaran momentum, energi, dan massa dalam bentuk konduksi, konveksi, dan radiasi.



Gambar 1.1 Konduksi, Konveksi dan Radiasi semua terjadi secara bersamaan.

Proses ini dapat dijelaskan melalui rumus matematika. Dasar-dasar rumus ini ditemukan dalam hukum kekekalan momentum, energi, dan massa dalam kombinasi dengan hukum konstitutif, hubungan yang menggambarkan tidak hanya kekekalan tetapi juga fluks jumlah yang terlibat dalam fenomena ini. Untuk tujuan itu, persamaan diferensial digunakan untuk menggambarkan hukum-hukum tersebut dan hubungan konstitutif dengan cara terbaik.

A square box with a grey background and a white border. Inside the box, the word "BAB" is written in white capital letters at the top, and the number "2" is written in a large, white, stylized font in the center.

BAB
2

TERMODINAMIKA DAN GAS IDEAL

A. TERMODINAMIKA

Termodinamika adalah studi tentang panas dan suhu. Satu hal yang membuat termodinamika Keras (dan umumnya tidak populer) adalah semua variabel saling berkaitan. Semuanya terkait dan sering kali Sulit untuk tetap lurus apa yang independen dan apa yang merupakan variabel dependen. Kami akan melakukan yang terbaik untuk menulis variabel dependen secara eksplisit jika memungkinkan. Hal lain yang membuat Termodinamika keras adalah bahwa kami memberikan *de nititions* baru untuk kata-kata umum.

Kata-kata seperti sistem, energi, pekerjaan, panas, suhu, dll. Memiliki makna yang tepat dalam fisika yang tidak selalu setuju dengan makna sehari-hari mereka. Misalnya, kami menghilangkan suhu dalam hal jumlah negara, bukan apa yang Anda ukur dengan termometer. Jadi belajar termodinamika berarti melepaskan beberapa Asosiasi Anda.

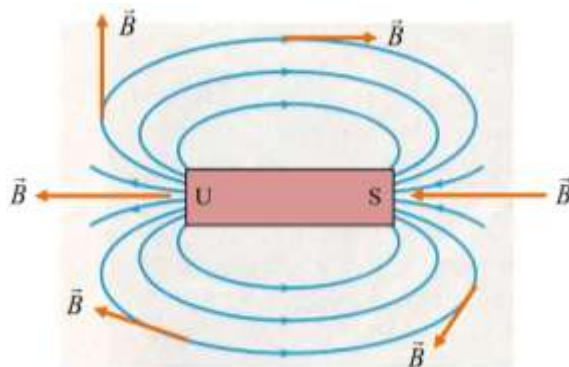
Mari kita mulai dengan beberapa konsep yang akan banyak kita gunakan. Kami membuat sistem sebagai hal yang kami lakukan mengamati atau menghitung sifat. Sistem ini dipisahkan dari lingkungan dengan penghalang. Penghalang bisa terbuka, sehingga materi dan energi dapat melewati, atau ditutup. Misalnya, ketika kita berbicara tentang melakukan pekerjaan dengan gas dengan menggerakkan piston, piston itu Biasanya bagian dari lingkungan dan gas adalah sistem. Kami bisa memperlakukan keseluruhan Kompleks gas/piston sebagai sistem, dan lengan kita yang mendorong piston sebagai lingkungan. Atau kita bisa menempelkan piston ke berat, meletakkan kotak di sekitar semuanya dan memanggil segalanya bersama-sama sistem. Dalam kasus seperti itu, di mana lingkungan sekitar tidak ada dalam sistem, kami Katakanlah sistem terisolasi.

MAGNET

A. MAGNET

Seperti pada definisi medan listrik, kita juga mendefinisikan medan magnet. Di sekitar suatu magnet dihasilkan medan magnet dengan sifat sebagai berikut:

- Arah medan magnet sama dengan arah garis gaya magnet
 - Besar medan magnet sebanding dengan kerapatan garis gaya magnet
- Seperti diilustrasikan pada Gambar di bawah ini, di sekitar kutub magnet kerapatan garis gaya magnet paling besar sehingga didapati medan magnet yang paling besar. Arah garis gaya keluar dari kutub utara dan masuk ke kutub selatan. Dengan demikian, arah medan magnet keluar dari kutub utara dan masuk di kutub selatan. Kita simbolkan medan magnet dengan \vec{B} , yang merupakan sebuah besaran vektor. Satuan medan magnet adalah Tesla yang disingkat T



Gambar. Lukisan medan magnet.

BAB
4

INDUKTANSI

A. FLUKS MAGNETIK

Jika dalam suatu ruang terdapat medan magnet maka jumlah garis gaya yang menembus permukaan dengan luas tertentu bisa berbeda-beda, tergantung pada kuat medan magnet dan sudut antara medan magnet dengan vektor luas permukaan. Fluks magnetic mengukur jumlah garis gaya yang menembus suatu permukaan secara tegak lurus. Fluks magnetik didefinisikan sebagai

$$\begin{aligned}\phi &= \int \vec{B} \cdot d\vec{A} \\ &= \int B dA \cos\theta\end{aligned}\tag{4.1}$$

θ adalah sudut antara vektor \vec{B} dan $d\vec{A}$. Dari definisi tersebut menjadi jelas bahwa integral dapat dilakukan jika sudut antara medan dan vektor luas permukaan diketahui di semua titik di permukaan (diketahui sebagai fungsi koordinat pada permukaan). Secara umum, sudut tersebut bergantung pada posisi (tidak konstan).

BAB
5

MEDAN DAN MUATAN LISTRIK

A. MEDAN DAN MUATAN LISTRIK

1. Gaya Coulomb Dan Medan Listrik

Medan listrik \vec{E} didefinisikan sebagai

$$\vec{E} = \frac{F_E}{q_0}, \quad (5.1)$$

di mana \vec{F}_E adalah gaya Coulomb dan q_0 adalah suatu muatan uji.

2. Gaya Coulomb Antar Muatan Titik

Mari kita mulai dengan membahas gaya Coulomb antar muatan titik. Gaya antar muatan titik cukup mudah dihitung. Jika kita sekedar ingin mengetahui besar gaya tanpa perlu mengetahui arahnya maka kita cukup memerlukan informasi besar muatan dan jarak antar muatan. Besarnya gaya tarik atau gaya tolak adalah

$$F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \quad (5.2)$$

dengan

q_1 adalah muatan partikel pertama,

q_2 adalah muatan partikel kedua,

r_{12} adalah jarak antar dua muatan,

$k = 9 \times 10^9 \text{ (N/m}^2\text{C}^2\text{)}$

BAB
6

POTENSIAL LISTRIK

A. ENERGI POTENSIAL LISTRIK

Suatu sistem yang bagian-bagiannya berinteraksi melalui gaya listrik, apabila konfigurasinya berubah yang ditandai dengan berubahnya energi potensial system dari energi potensial listrik awal (initial) $U_{E,i}$ ke energi potensial listrik akhir $U_{E,f}$, maka hubungan antara kerja yang dilakukan oleh gaya listrik W dan perubahan energi potensialnya adalah

$$\Delta U_E = U_{E,f} - U_{E,i} = -W_E. \quad (6.1)$$

Sebagaimana kerja yang dilakukan oleh gaya konservatif lain, kerja oleh gaya listrik seperti dalam Persamaan juga tidak bergantung dari lintasan (path independent). Usaha oleh gaya listrik sendiri, sebagaimana menghitung usaha secara umum, tak lain adalah

$$W_E = \int_{\vec{r}_i}^{\vec{r}_f} \vec{F}_E \cdot d\vec{l}, \quad (6.2)$$

Dengan posisi awal dan akhir dinyatakan dengan \vec{r}_i dan \vec{r}_f . Bila keadaan awal diambil di mana partikel sistem terpisah pada jarak tak-hingga ($U_{E,i} = 0$) dan energi potensial pada keadaan akhir dinyatakan sebagai U_E maka Persamaan akan menjadi

$$U_E = -W_{E,\infty}, \quad (6.3)$$

di mana $W_{E,\infty}$ adalah kerja untuk membawa bagian-bagian sistem dari jarak tak terhingga sehingga membentuk sistem.



KAPASITANSI

Kapasitor adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi listrik dalam bentuk medan listrik. Dengan demikian, kapasitor berbeda dengan baterai yang menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia yang pada saat akan digunakan baru dikonversi ke dalam bentuk energi listrik. Salah satu contoh penggunaan kapasitor adalah pada lampu blitz kamera. Dengan menggunakan kapasitor energi listrik dapat disimpan dengan cepat untuk kemudian dilepaskan dengan cepat sehingga laju energi yang lepas cukup tinggi untuk memicu lampu blitz. Baterai hanya dapat diisi dan dikosongkan (digunakan energi listriknya) dalam laju yang rendah.

A. KAPASITANSI

Kapasitor adalah suatu alat yang tersusun atas dua buah konduktor yang bermuatan sama dengan dengan tanda berbeda dan dipisahkan oleh suatu jarak tertentu. Umumnya, kapasitor yang beredar di pasaran adalah dari jenis kapasitor pelat sejajar, yang artinya tersusun atas dua buah konduktor yang berbentuk pelat sejajar. Jenis lain adalah berupa kapasitor berbentuk kulit bola sepusat dan kulit silinder sesumbu.

Kapasitansi adalah kemampuan suatu kapasitor untuk menyimpan muatan untuk tiap beda potensial listrik yang digunakan. Kapasitansi hanya bergantung dari geometri kapasitor dan tidak pada beda potensial listrik yang digunakan. Muatan q dalam suatu kapasitor berbanding lurus dengan beda potensial V pada kedua pelat kapasitor

$$q = CV \quad (7.1)$$

BAB
8

RANGKAIAN DC

A. ARUS PADA PERCABANGAN

Suatu titik percabangan dalam rangkaian listrik, muatan mengalir masuk pada sebagian cabang dan muatan mengalir keluar pada sebagian cabang yang lain. Muatan listrik bersifat kekal, yang artinya muatan listrik tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Dengan demikian

Jumlah muatan yang masuk titik percabangan = jumlah muatan yang keluar titik percabangan

Ungkapan ini dapat dinyatakan dalam bentuk matematis sebagai berikut

$$\sum_{\text{masuk}} q = \sum_{\text{keluar}} q \quad (8.1)$$

dengan

m adalah indeks untuk masuk,

k adalah indeks untuk keluar,

N adalah jumlah cabang tempat arus masuk, dan

M adalah jumlah cabang tempat arus keluar.

Ungkapan ini dikenal dengan hukum kekekalan muatan listrik, dan dikenal pula dengan hukum Kirchoff I. Pada Gambar 3.3 arus masuk adalah $I_1 + I_2 + I_4$ dan arus keluar adalah $I_3 + I_5$. Dengan hukum Kirchoff I kita dapatkan hubungan

$$I_{\text{masuk}} = I_{\text{keluar}} \quad (8.2)$$

BAB
9

RANGKAIAN AC

A. ARUS DAN TENGANGAN BOLAK-BALIK

Arus dan tegangan bolak-balik, juga ggl, dapat diungkapkan dalam bentuk sinusoida

Seperti

$$i(t) = I \sin(\omega t + \varphi_0),$$

$$v(t) = V \sin(\omega t + \varphi_0).$$

$$\mathcal{E}(t) = \mathcal{E}_m \sin(\omega t + \varphi_0) \tag{9.1}$$

Secara umum setiap besaran, arus atau tegangan, pada setiap komponen dapat dituliskan dalam bentuk

$$i_X(t) = I_X \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$v_X(t) = V_X \sin(\omega t + \varphi_0) \tag{9.2}$$

B. ARUS BOLAK-BALIK SINUSOIDAL

Bentuk arus bolak-balik yang paling sederhana adalah arus *sinusoidal*. Arus yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga air, batu bara, angin, nuklir merupakan arus bolak-balik sinusoidal. Arus yang dihasilkan oleh turbin pasti arus bolak-balik sinusoidal.

Pembangkit listrik tenaga air, batu bara, angin, nuklir menggunakan turbin yang memutar kumparan dalam medan magnet tetap. Kebergantungan arus dan tegangan terhadap waktu dapat dinyatakan oleh fungsi kosinus berikut ini

$$I = I_m \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \vartheta_o\right) \tag{9.3}$$

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, J.M.; Smith, H.C.; Van Ness, M.M. (2005). Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics (7th ed.). Boston, Montreal: McGraw-Hill. ISBN 0-07-310445-0.
- Association, R. and E. (1984). The physics problem solver (p. 0).
- Callen, H.B. (1960/1985). Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics, second edition, John Wiley & Sons, Hoboken NY, ISBN 9780471862567, pp. 11–13.
- Çengel, Yunus (2003). Heat Transfer: A practical approach (2nd ed.). Boston: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-245893-0
- Cengel, Yunus A.; Boles, Michael A. (2005). Thermodynamics – an Engineering Approach. McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-310768-4.
- Clausius, Rudolf (1850). On the Motive Power of Heat, and on the Laws which can be deduced from it for the Theory of Heat. Poggendorff's Annalen der Physik, LXXIX (Dover Reprint). ISBN 978-0-486-59065-3.
- Clausius, R. (1867). The Mechanical Theory of Heat – with its Applications to the Steam Engine and to Physical Properties of Bodies. London: John van Voorst. Retrieved 19 June 2012. editions: PwR_Sbkwa8IC. Contains English translations of many of his other works.
- David.E. Goldberg (1988). 3,000 Solved Problems in Chemistry (1st ed.). McGraw-Hill. Section 17.43, page 321. ISBN 0-07-023684-4.
- Duhem, P.M.M. (1886). Le Potential Thermodynamique et ses Applications, Hermann, Paris.
- Faghri, Amir; Zhang, Yuwen; Howell, John (2010). Advanced Heat and Mass Transfer. Columbia, MO: Global Digital Press. ISBN 978-0-9842760-0-4.
- Fallis, A. . (2013). Schaum's Outlines: College Physics. In Journal of Chemical Information and Modeling (Vol. 53, Issue 9).
- Formula, Q., & Theorem, B. (n.d.). Fisika universitas.pdf.
- Fundamentals of Classical Thermodynamics, 3rd ed. p. 159, (1985) by G. J. Van Wylen and R. E. Sonntag: "A heat engine may be defined as a device that operates in a thermodynamic cycle and does a certain amount of net positive work as a result of heat transfer from a high-temperature body and to a low-temperature body. Often the term heat engine is used in a broader sense to include all devices that produce work, either through heat transfer or combustion, even though the device does not operate in a thermodynamic cycle. The internal-

- combustion engine and the gas turbine are examples of such devices, and calling these heat engines is an acceptable use of the term."
- Guggenheim, E.A. (1933). *Modern Thermodynamics by the Methods of J.W. Gibbs*, Methuen, London
- Halliday, D., Resnick, R., & Bowen, G. H. (1972). *Fundamentals of Physics In Physics Today* (Vol. 25, Issue 4). <https://doi.org/10.1063/1.3070817>
- Halpern, A. (1995). *Schaum's Outline of Beginning Physics I: Mechanics and Heat* (p. 471).
- Halpern, A., & Ph, D. (n.d.). *B E G I N " G PHYSICS 11 Waves , Electromagnetism , Optics, and Modern Physics*.
- Huetinck, L., & Adams, S. (2001). *CliffsQuickReview Physics*. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Incropera, Frank P.; et al. (2012). *Fundamentals of heat and mass transfer* (7th ed.). Wiley. p. 603. ISBN 978-0-470-64615-1.
- Klotz, Irving (2008). *Chemical Thermodynamics: Basic Theory and Methods*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. p. 4. ISBN 978-0-471-78015-1.
- Lewis, Gilbert N.; Randall, Merle (1923). *Thermodynamics and the Free Energy of Chemical Substances*. McGraw-Hill Book Co. Inc.
- Lienhard, John H. IV; Lienhard, John H. V (2019). *A Heat Transfer Textbook* (5th ed.). Mineola, NY: Dover Pub. p. 3.
- Moran, Michael J. and Howard N. Shapiro, 2008. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*. 6th ed. Wiley and Sons: 16.
- Nurlina, N., Makassar, U. M., Riska, R., & Makassar, U. M. (2019). *Fisika dasar* i. October.
- Patel. (2019). 濟無 No Title No Title No Title. 9–25.
- Peng, Z.; Doroodchi, E.; Moghtaderi, B. (2020). "Heat transfer modelling in Discrete Element Method (DEM)-based simulations of thermal processes: Theory and model development". *Progress in Energy and Combustion Science*. 79, 100847: 100847. doi:10.1016/j.pecs.2020.100847. S2CID 218967044
- Perrot, Pierre (1998). *A to Z of Thermodynamics*. Oxford University Press. ISBN 978-0-19-856552-9. OCLC 123283342
- Smith, J.M.; Van Ness, H.C.; Abbott, M.M. (2005). *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics* (7th ed.). p. 584. Bibcode:1950JChEd..27..584S. ISBN 978-0-07-310445-4. OCLC 56491111
- Welty, James R.; Wicks, Charles E.; Wilson, Robert Elliott (1976). *Fundamentals of momentum, heat, and mass transfer* (2nd ed.). New York: Wiley. ISBN 978-0-471-93354-0. OCLC 2213384

Wendl, M. C. (2012). Theoretical Foundations of Conduction and Convection Heat Transfer. Wendl Foundation.
"B.S. Chemical Engineering". New Jersey Institute of Technology, Chemical Engineering Departement. Archived from the original
"Thermodynamics (etymology)". EoHT.info. Archived from the original on 25 May 2010. Retrieved 24 July 2010

PROFIL PENULIS

Goldberd Harmuda Duva Sinaga, S.Si., M.Si



Penulis lahir di Medan 28 Oktober 1990. Saat ini ia aktif mengajar sebagai dosen di Program Studi Teknik Mesin Universitas HKBP Nommensen Pematangsiantar. Ia mendapatkan gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Fisika Universitas Negeri Medan pada tahun 2013. Pada tahun 2016, ia mendapatkan gelar Master Sains di bidang Fisika Universitas Sumatera Utara dengan judul tesis “Coulomb Stress Analysis of West Halmahera Earthquake $m_w=7.2$ to Mount Soputan and

Gamalama Volcanic Activities”. Selain aktif mengajar ia juga aktif dalam penelitian dan telah memperoleh dana Hibah Penelitian Dosen Pemula di tahun 2020 dan 2021. Ia telah mempublikasi hasil penelitian di Jurnal Nasional dan Internasional dengan konsentrasi Geofisika, Astronomi, Komputasi, dan robotika. Ia juga merupakan anggota Asosiasi Dosen Indonesia, Physical Society of Indonesia, dan Ikatan Peneliti Indonesia (2020).

Ruben Cornelius Siagian



Penulis lahir di Kota Medan pada 17 April 2002. Saat ini sedang menempuh pendidikan di Universitas Negeri Medan, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, di kota Medan, Sumatera Utara. Penulis memiliki pengalaman dalam menulis karya ilmiah, dan juga telah melatih beberapa kali mahasiswa dalam penulisan karya tulis ilmiah. Penulis memiliki beberapa prestasi dalam Olimpiade Fisika Nasional. Penulis juga telah menulis beberapa karya ilmiah yang diterbitkan di Jurnal

Nasional dan Internasional (Q3). Ia juga seorang guru yang memiliki pengalaman di bidang matematika dan fisika di tingkat SMA. saat ini ia sedang menulis dan telah menulis 2 buku yang berkaitan dengan ilmu astronomi, antara lain; Memahami alam semesta dengan dasar teori astronomi dan kosmologi, serta sejarahnya, dan buku Metode Matematika relativitas untuk perguruan tinggi.

KALOR DAN LISTRIK

Dalam pelajaran fisika, materi kalor pasti sudah tidak asing Kita temui dan pelajari. Sederhananya pengertian kalor adalah salah satu bentuk energy yang bisa diterima atau dilepaskan oleh benda. Kalor kemudian menggunakan satuan joule atau kalori yang mungkin sudah banyak dikenal orang. Kalor adalah salah satu bentuk energi yang bisa berpindah dari benda dengan suhu yang lebih tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah jika keduanya dipertemukan atau bersentuhan. Dua benda yang memiliki suhu yang berbeda ketika dipertemukan maka akan muncul kalor yang mengalir atau berpindah. Misalnya saat Kita mencampurkan air dingin dengan air panas, kemudian akan menghasilkan air hangat. Perlu Kita ketahui bahwa suhu dan kalor itu berbeda. Suhu adalah suatu nilai yang dapat terukur dengan termometr, sedangkan kalor adalah energi yang mengalir pada suhu benda tersebut ke benda lainnya. Menurut SI atau MKS, satuan kalor adalah joule (J) sedangkan menurut CGS satuan kalor adalah erg dan untuk beberapa jenis makanan menggunakan satuan kalori. Dapat dihitung bahwa satu kalori adalah jumlah energi panas yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 gram air hangat sampai naik menjadi 1 derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$). Jadi dapat dikatakan satu kalori = 4,184 J atau biasa dibulatkan menjadi 4,2 J.

Pengertian kalor juga dapat disebut sebagai energy panas yang dimiliki oleh suatu zat tertentu yang untuk mendeteksinya perlu menggunakan alat pengukur suhu benda tersebut. Kita bisa perhatikan pada air panas yang dibiarkan diudara terbuka maka lama-kelamaan akan mendingin karena ada kalor yang dilepaskan dari zat air ke udara. Hal yang mampu mempengaruhi kenaikan dan penurunan suhu pada benda adalah jumlah kalor, massa benda dan jenis benda itu sendiri. Kalor secara alami akan berpindah dari benda yang bersuhu tinggi ke benda yang bersuhu lebih rendah, sehingga bersifat cenderung menyamakan suhu kedua benda jika saling bertemu atau bersentuhan. Jika suhu suatu benda itu tinggi maka kalor yang dikandungnya pun sangat besar. Sebaliknya, jika suhu suatu benda rendah maka kalornya pun sedikit. Jadi, dapat disimpulkan bahwa besar kecilnya kalor yang ada pada benda atau zat menyesuaikan dengan 3 faktor, yakni massa zat, jenis zat (kalor jenis), dan perubahan suhu. Kalor kemudian bisa menaikkan atau menurunkan suhu, jadi semakin besar kenaikan suhu, kalor yang diterima pun semakin banyak. Sebaliknya, kenaikan suhu yang kecil akan membuat kalor yang diterima juga sedikit. Itu artinya, hubungan kalor (Q) akan berbanding lurus atau sebanding dengan kenaikan suhu (ΔT), jika massa (m) dan kalor jenis zat (c) suatu benda itu tetap.