

FISIKA TERAPAN

(Listrik dan Magnet)

Prof. Dr. Usmeldi, M.Pd



Buku Fisika Terapan dengan seri Listrik dan Magnet merupakan sarana untuk membantu mahasiswa dalam menemukan konsep, prinsip dan hukum-hukum fisika, mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, sehingga diharapkan mahasiswa dapat mengimplementasi materi dalam buku ini dalam bidang teknologi dan kehidupan sehari-hari. Materi ajar yang dibahas dalam buku ini adalah listrik statis, gaya gerak listrik, arus listrik, tahanan konduktor, rangkaian tahanan, hukum dasar rangkaian, medan magnet, gaya gerak listrik induksi, dan gaya magnet. Contoh-contoh penerapan fisika dalam bidang teknologi dan kehidupan sehari-hari disajikan dalam buku ini. Buku ini disusun dengan mempertimbangkan keterkaitan antara sains dan teknologi. Konsep dan sub konsep disajikan dengan bahasa yang sederhana disertai contoh soal untuk memudahkan mahasiswa memahami materi ajar yang diberikan. Selain itu disajikan soal latihan pada tiap akhir bab yang bertujuan untuk mengukur kemampuan mahasiswa secara mandiri pada setiap bab yang dibahas.



ELECTRIC TOOLS



PENERBITAN & PERCETAKAN UNP PRESS
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang
Sumatera Barat



UNP PRESS

FISIKA TERAPAN
(Listrik dan Magnet)

Prof. Dr. Usmeldi, M.Pd



Prof. Dr. Usmeldi, M.Pd.

FISIKA TERAPAN

LISTRIK DAN MAGNET

Penerbitan & Percetakan
UNP PRESS



FISIKA TERAPAN

(LISTRIK DAN MAGNET)

Prof. Dr. Usmeldi, M.Pd.

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA
NO 19 TAHUN 2002
TENTANG HAK CIPTA
PASAL 72
KETENTUAN PIDANA SANGSI PELANGGARAN

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu Ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling singkat 1 (satu) bulan dan denda paling sedikit Rp 1.000.000, 00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan denda paling banyak Rp 5.000.000.000, 00 (lima milyar rupiah)
2. Barang siapa dengan sengaja menyerahkan, menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan denda paling banyak Rp 500.000.000, 00 (lima ratus juta rupiah).

FISIKA TERAPAN
(LISTRIK DAN MAGNET)

Prof. Dr. Usmeldi, M.Pd.



2023

FISIKA TERAPAN
(LISTRIK DAN MAGNET)
Editor, Tim Editor UNP Press
Penerbit UNP Press, Padang, 2023
1 (satu) jilid; 17.6 x 25 cm (B5)
xiii + 129

ISBN:

FISIKA TERAPAN (LISTRIK DAN MAGNET)

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang pada penulis
Hak penerbitan pada UNP Press

Penyusun: Prof. Dr. Usmeldi, M.Pd.
Editor Substansi: Prof. Dr. Ratnawulan, M.Si.
Editor Bahasa: Prof. Dr. Harris Effendi Thahar, M.Pd
Desain Sampul & *Layout*: Dr. Asrul Huda, M.Kom.
& Syed Abdul Qadir, S.Pd.

KATA PENGANTAR

Tuntutan kurikulum pendidikan tinggi saat ini lebih menitik-beratkan pada proses pembekalan mahasiswa supaya mempunyai kemandirian dan daya saing pada era globalisasi. Dengan demikian perlu ada perubahan paradigma tentang pelaksanaan pembelajaran. Buku ini sebagai sarana untuk memproses mahasiswa dalam menemukan konsep, mengembangkan kemampuan pemecahan masalah, dan keterampilan berpikir kritis sehingga diharapkan mahasiswa dapat mengimplementasikannya dalam bidang teknologi dan kehidupan sehari-hari.

Syukur alhamdulillah penulis dapat memberikan contoh-contoh penerapan fisika dalam bidang teknologi dan kehidupan sehari-hari ke dalam buku ini. Buku ini disusun dengan mempertimbangkan keterkaitan antara sains dan teknologi. Konsep dan sub konsep disajikan dengan bahasa yang sederhana disertai contoh soal untuk memudahkan mahasiswa memahami materi ajar yang diberikan. Selain itu disajikan soal-soal latihan pada tiap akhir bab yang bertujuan untuk mengukur kemampuan mahasiswa secara mandiri pada setiap bab yang dibahas.

Penulis buku menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penyusunan materi ajar dalam buku ini, untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun dari para pemakai buku ini sangat diharapkan. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa dan para pembaca semuanya.

Padang, 10 September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	V
DAFTAR ISI	VI
DAFTAR TABEL	IX
DAFTAR GAMBAR.....	X
BAB 1 LISTRIK STATIS.....	1
A. PENDAHULUAN.....	1
B. MUATAN LISTRIK	1
1. Muatan Listrik dalam Atom.....	3
2. Muatan Konduksi dan Induksi	6
3. Hukum Coulomb.....	8
4. Contoh Penerapan Gaya Elektrostatis	13
C. MEDAN LISTRIK	18
D. ENERGI POTENSIAL DAN POTENSIAL LISTRIK.....	22
1. Potensial Listrik dan Beda Potensial.....	23
2. Potensial Oleh Sistem Muatan Titik.....	25
3. Energi Potensial Elektrostatik.....	28
E. KAPASITOR.....	30
1. Kapasitansi.....	32
2. Nilai Kapasitor	33
3. Jenis-jenis kapasitor	34
4. Rangkaian Kapasitor	35
5. Kapasitor dalam Rangkaian Arus Searah	36
6. Rangkaian Pengisian dan Pemakaian Kapasitor	38
7. Penggunaan Kapasitor.....	40
F. SOAL LATIHAN	46
BAB 2 GGL, ARUS LISTRIK, DAN TAHANAN KONDUKTOR	48
A. PENDAHULUAN.....	48
B. GAYA GERAK LISTRIK	48
C. ARUS LISTRIK DALAM KONDUKTOR	50
D. RESISTIVITAS DAN KONDUKTIVITAS	51
E. PENGARUH TEMPERATUR PADA RESISTIVITAS.....	52

F. SOAL LATIHAN	55
BAB 3 RANGKAIAN TAHANAN	56
A. PENDAHULUAN.....	56
B. RANGKAIAN SERI.....	56
C. RANGKAIAN PARALEL.....	58
D. RANGKAIAN CAMPURAN SERI DAN PARALEL.....	59
E. RANGKAIAN SEGITIGA DAN RANGKAIAN BINTANG	61
1. Transformasi Rangkaian Segitiga ke Rangkaian Bintang	
62	
2. Transformasi Rangkaian Bintang ke Rangkaian Segitiga	
64	
F. SOAL LATIHAN	66
BAB 4 HUKUM DASAR RANGKAIAN	68
A. PENDAHULUAN.....	68
B. HUKUM OHM.....	68
C. HUKUM KIRCHHOFF.....	73
1. Hukum Arus Kirchhoff	74
2. Hukum Tegangan Kirchhoff.....	74
D. SOAL LATIHAN	78
BAB 5 MEDAN MAGNET	81
A. PENDAHULUAN.....	81
B. BENTUK, SIFAT, DAN GAYA ANTARA DUA KUTUB MAGNET	
81	
C. MEDAN MAGNET	83
1. Fluks Magnet	84
2. Kuat Medan Magnet.....	84
3. Induksi Magnet	85
4. Permeabilitas Magnet	85
D. MEDAN MAGNET OLEH ARUS LISTRIK.....	86
1. Penemuan Oersted.....	87
2. Hukum Biot-Savart	87
3. Induksi Magnet di Sekitar Kawat Lurus yang Panjang	
88	
4. Induksi Magnet Pada Sumbu Solenoida.....	90
5. Induksi Magnet Dalam Toroida	92

6. Penggunaan Solenoida dan Toroida dalam Teknik Otomotif	93
E. SOAL LATIHAN	95
BAB 6 GAYA GERAK LISTRIK INDUKSI.....	97
A. PENDAHULUAN.....	97
B. HUKUM INDUKSI FARADAY.....	97
C. HUKUM LENZ.....	102
D. PRINSIP KERJA GENERATOR LISTRIK.....	104
E. TRANSFORMATOR.....	106
1. Efisiensi Transformator	109
2. Daya yang hilang pada transformator	109
F. SOAL LATIHAN	110
BAB 7 GAYA MAGNET	112
A. PENDAHULUAN.....	112
B. GAYA MAGNET PADA MUATAN LISTRIK BERGERAK	112
C. GAYA MAGNET PADA KONDUKTOR BERARUS LISTRIK.....	114
D. PRINSIP KERJA MOTOR LISTRIK	116
E. PENGGUNAAN MOTOR LISTRIK DALAM TEKNIK.....	120
1. <i>Tower Crane</i>	120
2. <i>Escalator</i>	121
3. <i>Moving walk</i>	121
4. <i>Mobil listrik</i>	122
5. <i>Sepeda listrik</i>	123
F. SOAL LATIHAN	124
DAFTAR PUSTAKA	127
TENTANG PENULIS.....	128

DAFTAR TABEL

Tabel 1.Toleransi Kapasitansi Kapasitor	34
---	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses Elektrifikasi	2
Gambar 2. Gaya Antara Dua Muatan Listrik	3
Gambar 3. Model atom sederhana	4
Gambar 4. Sebuah molekul polar H_2O	6
Gambar 5. Memberi Muatan Dengan Cara Konduksi	7
Gambar 6. Memberi Muatan Dengan Cara Induksi.....	7
Gambar 7. Menginduksi Muatan Ke Sebuah Benda Yang Terhubung Ke Tanah	8
Gambar 8. Dua buah muatan berjarak R	9
Gambar 9. Arah gaya pada muatan sejenis dan tidak sejenis.....	10
Gambar 10. Gaya Pada Elektron Oleh Proton	11
Gambar 11. Penguraian Gaya Terhadap Sumbu X Dan Y	11
Gambar 12. Gambar untuk contoh 2.....	13
Gambar 13. Pengecatan Dengan Teknologi Elektrostatis	14
Gambar 14. Prinsip Pengecatan Secara Elektrostatis	15
Gambar 15. Ilustrasi Proses Cetak Menggunakan Printer Ink Jet	16
Gambar 16. kawat yang bermuatan negatif dan pelat logam	18
Gambar 17. Layar Sentuh.....	18
Gambar 18. Arah Medan Listrik di Sekitar Muatan Q	20
Gambar 19. Gaya Yang Diberikan Oleh Muatan $+Q$ Pada Sebuah Muatan Uji q	20
Gambar 20. Gambar Untuk Contoh 3	21
Gambar 21. Kerja Yang Dilakukan Oleh Medan Gravitasi dan Medan Listrik.....	24
Gambar 22. Kerja yang diperlukan untuk membawa muatan uji q_0	26
Gambar 23. Dipol Listrik Pada Sumbu Z.....	28
Gambar 24. Bujur Sangkar Dengan Sisi a	29
Gambar 25. Contoh Kapasitor	31
Gambar 26. Kapasitor Dihubungkan Dengan Batrai	31
Gambar 27. Kapasitor Yang Memiliki Kode 104.....	34
Gambar 28. Rangkaian Seri Kapasitor.....	35
Gambar 29. Rangkaian Paralel Kapasitor	36
Gambar 30. Rangkaian Arus Searah Dengan Sebuah Kapasitor dan Dua Buah Resistor	37

Gambar 31. Pada Saat Awal Arus Lebih Memilih Melalui Kapasitor dan Keberadaan Kapasitor Dapat Dianggap Sebagai Kawat Terutup.....	37
Gambar 32. Rangkaian Pengisian Kapasitor.....	38
Gambar 33. Grafik Arus Sebagai Fungsi Tetapan Waktu.....	39
Gambar 34. Grafik Tegangan Sebagai Fungsi Tetapan Waktu.....	39
Gambar 35. Kapasitor <i>Coupling</i>	41
Gambar 36. Prinsip <i>Touch Screen</i>	45
Gambar 37. (a) Rangkaian Listrik Sederhana, (b) Analogi Aliran Air Dalam Pipa.....	49
Gambar 38. Konduktor Logam Berarus Listrik.....	50
Gambar 39. Resistivitas Sebagai Fungsi Temperatur Pada Suatu Konduktor.....	52
Gambar 40. Tiga Resistor Dihubungkan Secara Seri.....	56
Gambar 41. (a) Lampu Cermin Rian, (b) dan (c) Lampu LED Strip....	57
Gambar 42. Tiga Resistor Dihubungkan Secara Paralel.....	58
Gambar 43. Rangkaian Paralel Dalam Kehidupan Sehari-Hari.....	59
Gambar 44. Gambar Untuk Contoh 1.....	59
Gambar 45. Gambar Untuk Contoh 2.....	60
Gambar 46. Gambar Untuk Contoh 3.....	61
Gambar 47. (a) Tiga Resistor Dalam Rangkaian Segitiga, (b) Tiga Resistor Dalam Rangkaian Bintang.....	62
Gambar 48. Gambar Untuk Contoh 4.....	65
Gambar 49. Perubahan Bentuk Rangkaian Gambar 48.....	65
Gambar 50. Rangkaian Satu Loop Yang Terdiri Atas Sebuah Sumber Ggl Dihubungkan Seri Dengan Sebuah Tahanan.....	70
Gambar 51. Rangkaian Terbuka Dengan Dua Sumber dan Tegangan dan Sebuah Tahanan.....	70
Gambar 52. Rangkaian Satu Loop Untuk Contoh 1.....	72
Gambar 53. Rangkaian Satu Loop Untuk Contoh 2.....	73
Gambar 54. Sebuah Simpul Yang Dilalui Oleh Arus I_1 , I_2 , I_3 , Dan I_4	74
Gambar 55. Sebuah Loop Dengan Tiga Elemen Bertegangan V_1 , V_2 , dan V_3	75
Gambar 56. Rangkaian Dua Loop Untuk Contoh 3.....	76
Gambar 57. Rangkaian Tiga Loop Untuk Contoh 4.....	77
Gambar 58. Bentuk-Bentuk Magnet.....	82

Gambar 59. Kereta Api Magnetik.....	83
Gambar 60. Garis Gaya Magnet	84
Gambar 61. Fluks Magnet Yang Menembus Permukaan	84
Gambar 62. Magnetisasi Sebagai Fungsi Dari Kuat Medan	86
Gambar 63. Magnet Jarum dan Konduktor Berarus	87
Gambar 64. Induksi magnet dB di sekitar elemen kawat dl yang berarus i.....	88
Gambar 65. Induksi magnet dB oleh arus dalam elemen kawat dl dari kawat lurus yang panjang	88
Gambar 66. Gambar Untuk Contoh 1	89
Gambar 67. Induksi magnet yang ditimbulkan oleh arus dalam solenoida	90
Gambar 68. Induksi magnet yang ditimbulkan oleh arus dalam toroida	92
Gambar 69. Solenoida Pada Karburator.....	94
Gambar 70. Magnetic Clutch Pada Kompresor AC.....	95
Gambar 71. Kawat berbentuk U dan batang logam ab berada dalam medan magnet B (Sutrisno, 1983)	97
Gambar 72. Kaidah Jari Tangan Kanan	100
Gambar 73. Proses Timbulnya Arus Induksi	101
Gambar 74. Loop Kawat Berbentuk Lingkaran Dalam Medan Magnet	101
Gambar 75. Gambar Untuk Menjelaskan Hukum Lenz.....	102
Gambar 76. Gambar Untuk Contoh 2	103
Gambar 77. Prinsip Kerja dan Konstruksi Generator Listrik	105
Gambar 78. Bagan Transformator	107
Gambar 79. Contoh Transformator <i>Step Down</i>	108
Gambar 80. Jenis-Jenis Transformator	109
Gambar 81. Muatan q bergerak dengan kecepatan v dalam medan magnet B	113
Gambar 82. Kawat ab berarus I berada dalam medan magnet B.....	115
Gambar 83. Gambar Untuk Contoh 2	115
Gambar 84. (a) Konstruksi Motor Listrik, (b) Rotor Sangkar.....	116
Gambar 85. Prinsip Kerja Motor Listrik	117
Gambar 86. Gambar untuk contoh 3 (Sutrisno, 1983).....	118
Gambar 87. Gambar untuk contoh 4 (Sutrisno, 1983).....	119
Gambar 88. <i>Tower Crane</i>	120

Gambar 89. <i>Escalator</i>	121
Gambar 90. <i>Moving Walk</i>	122
Gambar 91. Mobil Listrik.....	122
Gambar 92. Baterai Mobil Listrik	123
Gambar 93. Komponen Sepeda Listrik	124