



Don Jaya Putra

FISIKA

UNTUK UNIVERSITAS

Pengantar :
Prof. Drs. Ir. Lilik Hendrajaya, M.Sc., Ph.D.
(Guru Besar Fisika/Rektor ITB 1997-2021)

FISIKA

UNTUK UNIVERSITAS

Don Jaya Putra



FISIKA UNTUK UNIVERSITAS

Tim Penulis:
Don Jaya Putra

Desain Cover:
Septian Maulana

Sumber Ilustrasi:
www.freepik.com

Tata Letak:
Handarini Rohana

Proofreader:
Aas Masruroh

ISBN:
978-623-459-662-5

Cetakan Pertama:
September, 2023

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

by Penerbit Widina Media Utama

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

PENERBIT:

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

Telepon (022) 87355370

Dipersembahkan Untuk
Ibu dan Istri Tercinta

Sebagai pengabdian untuk
**Tuhan,
Bangsa, dan Almamater**

PENGANTAR

Prof. Ir. Drs. Lilik Hendrajaya. M.Sc., Ph.D.

(Guru Besar Fisika dan Rektor ITB 1997-2021)

Fisika merupakan salah satu ilmu paling fundamental dalam menunjang kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Saking mendasarnya, keberadaan konsep, prinsip dan hukum fisika hampir ditemukan dalam semua cabang sains, teknik, teknologi informasi, tata kota, arsitektur dan lain-lain. Bahkan konsep fisika menjadi pertimbangan mendasar dalam pengambilan kebijakan dalam berbagai lini pembangunan di era revolusi industri 4.0 dan society 5.0 ini. Sehingga pembelajaran fisika khususnya di perguruan tinggi harus mampu menjawab tantangan yang semakin rumit dan dinamika kemajuan teknologi yang sangat cepat.

Mempertimbangkan pentingnya posisi keilmuan fisika, maka tantangan pembelajaran fisika khususnya di tingkat universitas menjadi semakin kompleks. Untuk menjawab berbagai tantangan itu maka cara pandang pembelajaran fisika harus diubah dan tidak boleh kaku atau statis. Justru pembelajaran fisika harus dinamis dan peka terhadap perubahan dunia yang cepat, mampu menyerap persoalan-persoalan yang muncul dan mampu menyelesaikan persoalan tersebut dengan akurat dan terukur. Salah satu cara agar fisika dapat menjawab tantangan dan perubahan zaman adalah pembelajaran fisika tidak boleh dibuat rumit, pembelajaran fisika harus dibuat menyenangkan dan dikonsepsi sesimpel dan sederhana mungkin namun tentu dengan tidak mengurangi esensialitas dan kedalaman konsep dari fisika itu sendiri.

Pembelajaran yang sederhana harus ditunjang dengan kehadiran buku referensi yang sederhana pula. Buku referensi tersebut harus ditulis sistematis, runut dan pembahasannya tidak boleh berbelit-belit serta terpandu dari satu pembahasan ke pembahasan lainnya. Sehingga tidak menimbulkan kebingungan-kebingungan baru yang yang tidak diperlukan yang sejatinya dapat dihindari. Dengan demikian saya sangat mengapresiasi kehadiran buku **Fisika untuk Universitas** yang ditulis oleh saudara Don Jaya Putra ini karena sudah memiliki kriteria-kriteria yang saya uraikan di atas. Buku Fisika untuk Universitas ini sangat relevan digunakan dalam pembelajaran fisika untuk mahasiswa di perguruan tinggi. Buku ini diharapkan mampu memberikan corak tersendiri dalam khazanah keilmuan fisika di Indonesia dimana sebagian besar buku-buku fisika yang dipakai dalam pembelajaran perkuliahan masih berasal dari luar negeri atau buku-buku terjemahan dari bahasa asing.

Semoga buku Fisika Untuk Universitas ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam pembelajaran fisika di tingkat universitas guna menunjang dan menopang kemajuan ilmu pengetahuan, dan teknologi di erah revolusi industry 4.0 dan society 5.0 ini. Salam sukses dan salam kemajuan untuk kita semuanya.

Bandung, 27 Februari 2023

Prof. Ir. Drs. Lilik Hendrajaya, M.Sc., Ph.D.

PRAKATA

Alam diciptakan begitu teratur dan tersitematis serta saling terkait antara satu komponen dengan komponen lainnya dengan keteraturan yang sangat sempurna. Keteraturan penciptaan alam agar manusia mau berfikir, dan mengambil pelajaran darinya. Dengan demikian cukuplah alam menjadi bukti keagungan penciptaan Allah sehingga dengan mempelajari fenomena alam manusia dapat mengenal Allah sebagai Penciptanya dengan lebih dekat.

Jauh sebelum masehi, nenek moyang manusia telah merenungi, memikirkan dan mempelajari bagaimana alam bekerja sehingga membentuk sistem yang teratur. Dari keteraturan tersebut manusia dapat mempelajari menganalisa, memperkirakan pola-pola yang terbentuk di alam sehingga membentuk pengetahuan paling awal dan paling dasar dalam peradaban manusia. Pengetahuan paling dasar dalam peradaban manusia diantaranya adalah ilmu fisika. Secara sederhana fisika adalah ilmu untuk mengungkap rahasia penciptaan alam melalui gejala-gejala alam tersebut. Gejala alam yang dipelajari itu baik yang terjadi pada benda/materi yang dapat diamati langsung (makro), seperti gerak planet, lintasan roket, gerak mobil dan lain-lain, maupun benda/materi yang tidak dapat kita amati langsung (dunia mikro), seperti halnya gerak elektron dalam atom, perambatan kalor dalam logam dan peristiwa-peristiwa lainnya. Sehingga menjadi jelas bagi kita, mempelajari fisika tidak hanya sebatas berteori, dan berlogika semata, namun tujuan akhir belajar fisika adalah untuk neopang kemajuan ilmu pengetahuan dan sebagai katalis pengembangan teknologi serta sebagai sarana mendekatkan diri kepada Pencipta Yang Maha Tinggi. Dengan demikian pemahaman akan fisika seharusnya linear atau berbanding lurus dengan kesadaran akan kekuasaan Allah sehingga menimbulkan rasa tunduk dan merendah dihadapannya. Ilmu pengetahuan yang terintegrasi dengan kesadaran spiritualitas ini akan melahirkan karakter moral yang sangat dibutuhkan dalam berbagai lini kehidupan termasuk di lingkungan kerja.

Ruang Lingkup Buku Fisika Untuk Universitas

Buku Fisika Untuk Universitas ini dihadirkan untuk mahasiswa. Dengan menggunakan buku ini diharapkan mahasiswa mendapatkan pemahaman yang menyeluruh mengenai konsep-konsep dasar fisika untuk menyelesaikan berbagai persoalan dalam kehidupan agar mereka menjadi lebih siap menghadapi dunia kerja. Secara khusus buku ini ditulis untuk mahasiswa yang mengambil mata kuliah Fisika Dasar ditahun pertama perkuliahan untuk berbagai jurusan, seperti Jurusan Fisika, Pendidikan Fisika, Kimia, Kedokteran, Teknik, Arsitektur dan lain-lain. Dengan gaya penulisan yang sederhana dan terstruktur buku ini sangat relevan digunakan dalam perkuliahan lintas jurusan.

Pendekatan Umum

Sebagai upaya menepis stereotif yang kurang tepat tentang fisika tersebut, maka disusunlah buku Fisika Untuk Universitas ini yang fokus pada pemahaman konsep fisika dengan pendekatan terpadu, sederhana dan tersistematis. Terpadu adalah konsep-konsep yang disajikan dalam buku ini terintegrasi satu dengan lainnya. Sehingga menghasilkan penjelasan yang utuh, konkret dan menyeluruh. Adapun yang dimaksud dengan sederhana adalah buku Fisika Untuk Universitas ini ditulis dengan menyajikan konsep-konsep rumit dalam gaya bahasa yang lebih lugas, ringkas, dan mudah dimengerti. Sedangkan tersistematis adalah tata urutan dan pembahasan soal-soal ditulis dengan struktur yang runut sedemikian rupa sehingga penyajian materi dan pembahasan soal-soal tidak terkesan melompat dari suatu bahasan ke bahasan lain, melainkan disertai keterangan dan kalimat hubung yang jelas sehingga dapat menuntun mahasiswa/pengajar untuk mendapatkan pengalaman belajar yang lebih komprehensif dan menyeluruh.

Selain itu buku ini diperkaya dengan beragam contoh soal dan pembahasan di setiap bab dalam berbagai tipe soal dengan tingkat kesulitan yang berbeda. Diharapkan dengan berbagai contoh-contoh soal yang sudah disediakan mahasiswa dapat memahami konsep dan penerapan konsep fisika untuk memecahkan berbagai persoalan fisis.

Ucapan Terimakasih

Penyusunan buku Fisika Untuk Universitas ini menerima begitu banyak bantuan, saran dan masukan dari awal penyusunan hingga buku ini sampai ke hadapan pembaca. Semuanya telah memberikan kontribusi terbaik sehingga pada bagian ini penulis menyampaikan rasa terimakasih yang tulus dan mendalam. Terkhusus ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada, Bapak Prof. Ir. Drs. Lilik Hendrajaya, M.Sc., Ph.D. (Purnabakti Guru Besar Fisika ITB dan Rektor ITB 1997-2021) yang telah memberikan pengantar, masukan dan saran bagi penulisan buku Fisika Untuk Universitas ini.

Serta untuk semua pihak yang telah memberikan kontribusi baik langsung maupun tidak langsung dengan tidak mengurangi rasa hormat penulis sampaikan banyak terimakasih semoga segala sumbangsih yang sudah diberikan menjadi kebaikan yang berlipat ganda.

Penulis menyadari penulisan buku Fisika Untuk Universitas ini belum sempurna, oleh karena itu saran dan masukan dari pengguna sangat penulis harapkan demi perbaikan penulisan buku ini dimasa yang akan datang. Saran dan masukan dapat dikirimkan ke email djp@unmus.ac.id. Semoga buku ini dapat memberikan banyak manfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan sebagai alternatif dari buku-buku fisika yang sudah ada dalam pembelajaran fisika di tingkat Universitas.

Merauke, 22 Februari 2023

Penulis,

DAFTAR ISI

PENGANTAR

PRAKATA

DAFTAR ISI

BAB I BESARAN DAN SATUAN

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BESARAN DAN SATUAN

A. Konsep Besaran dan Satuan	1
B. Besaran Pokok	2
C. Sistem Satuan Internasional	2
1. Meter standar	3
2. Kilogram standar	4
3. Sekon standar	5
D. Besaran Turunan	6
E. Dimensi	6
F. Notasi Ilmiah	8
Review dan Rangkuman	9
Latihan Soal	10

BAB II BESARAN VEKTOR

A. Pengertian Besaran Vektor	13
B. Notasi Vektor	13
C. Besar Vektor	14
D. Vektor Komponen	14
E. Arah Vektor	15
F. Vektor Satuan	15
G. Vektor Basis	16
H. Resultan Vektor	16
1. Cara vektor komponen	17
2. Cara vektor satuan	18
I. Vektor 3 Dimensi Pada Koordinat Kartesian	19

J. Perkalian Vektor	21
1. Perkalian titik/dot product	21
2. Perkalian silang/cross product	23
Review dan Rangkuman	26
Latihan Soal	27

BAB III KINEMATIKA

A. Konsep Kinematika	29
B. Posisi, Perpindahan, dan Jarak	29
C. Kecepatan Rata-rata, Kecepatan Sesaat, dan Kelajuan	31
D. Kecepatan Rata-rata, dan Percepatan Sesaat	34
E. Hubungan Posisi, Kecepatan, dan Percepatan	34
F. Gerak dengan Kecepatan, dan Percepatan Konstan	37
G. Gerak Relatif	39
H. Analisis Grafik Gerak	42
I. Gerak Dalam Gravitasi	46
J. Gerak Parabola	48
1. Persamaan gerak parabola	48
2. Titik terjauh peluru	50
K. Kinematika Gerak Melingkar	52
1. Kecepatan sudut/frekuensi sudut	54
2. Kecepatan sudut rata-rata	54
3. Kecepatan sudut sesaat	54
4. Hubungan kecepatan sudut dengan kecepatan tangensial	55
5. Kecepatan dan Percepatan Tangensial	56
6. Percepatan sentripetal	56
7. Hubungan posisi, kecepatan, dan percepatan sudut	58
Review dan Rangkuman	67
Latihan Soal	70

BAB IV DINAMIKA PARTIKEL

A. Dinamika Partikel	77
B. Hukum Newton	77
1. Hukum I Newton	77
2. Hukum II Newton	78
3. Hukum III Newton	79
C. Gaya Berat	79
D. Gaya Normal	80
1. Gaya normal pada bidang datar licin	81

2.	Gaya normal pada bidang miring licin	81
3.	Gaya normal pada bidang vertikal licin	82
E.	Gaya Tegangan Tali	82
1.	Gaya tegangan tali pada bidang datar dan vertikal	83
2.	Gaya tegangan tali pada katrol licin	85
3.	Gaya tegangan tali pada bidang miring licin	86
4.	Gaya tegangan tali pada sistem gabungan licin	87
F.	Gaya Gesek	88
1.	Gaya gesek statis	88
2.	Gaya gesek kinetis	89
G.	Dinamika Rotasi	104
1.	Gaya sentripetal dan gaya tegangan tali pada gerak melingkar vertikal	104
2.	Ayunan konis	107
	Review dan Rangkuman	110
	Latihan Soal	112

BAB V USAHA DAN ENERGI

A.	Usaha Oleh Gaya Konstan	121
B.	Usaha Oleh gaya tidak konstan	122
C.	Energi Kinetik	125
D.	Energi Potensial	128
E.	Energi Potensial Pegas	130
F.	Gaya Konservatif	131
G.	Hubungan Usaha Dengan Gaya Konservatif	133
H.	Gaya Konservatif Oleh Usaha Pada Energi Potensial Pegas	134
I.	Gaya Non Konservatif	134
J.	Kurva Energi	135
K.	Daya	137
	Review dan Rangkuman	152
	Latihan Soal	154

BAB VI MOMENTUM DAN IMPULS

A.	Sistem Partikel	161
B.	Momentum Linear	165
1.	Momentum linear sistem partikel	165
2.	Hubungan momentum dengan energi kinetik	165
C.	Impuls	165
D.	Tumbukan Satu Dimensi	169
E.	Jenis-jenis Tumbukan	170

1. Tumbukan lenting sempurna	170
2. Tumbukan lenting sebagian	171
3. Tumbukan tidak lenting sama sekali	173
F. Tumbukan Dua Dimensi	176
Review dan Rangkuman	189
Latihan Soal	190

BAB VII GERAK ROTASI

A. Pengertian Gerak Rotasi	197
B. Hubungan Gerak Rotasi dan Translasi	197
C. Kinematika Rotasi	198
1. Posisi sudut θ	198
2. Kecepatan sudut ω	199
3. Percepatan sudut α	199
4. Kecepatan dan percepatan tangensial	200
5. Percepatan sentripetal a_s	201
6. Percepatan total	201
D. Momen Inersia	201
1. Momen inersia benda titik	201
2. Momen inersia benda kontinu	202
3. Teorema sumbu sejajar	203
E. Torsi	205
F. Hukum Newton Pada Gerak Rotasi	208
G. Usaha dan Energi Dalam Gerak Rotasi	213
1. Usaha pada gerak rotasi	213
2. Energi kinetik rotasi	213
H. Daya Pada Gerak Rotasi	224
I. Gerak Menggelinding	224
1. Gerak menggelinding tanpa slip pada bidang datar	225
2. Gerak menggelinding dengan slip pada bidang datar	228
3. Gerak menggelinding pada bidang miring	231
4. Energi kinetik gerak menggelinding	232
J. Momentum Sudut	236
1. Kekekalan momentum sudut	238
2. Hubungan momentum sudut dengan torsi	239
K. Vektor Dalam Gerak Rotasi	240
1. Kecepatan sudut ω	240
2. Torsi τ	241
3. Momentum sudut	241

Review dan Rangkuman	254
Latihan Soal	257

BAB VIII KESETIMBANGAN DAN ELASTISITAS

A. Kesetimbangan Benda Tegar	265
B. Modulus Elastisitas (Modulus Young)	266
1. Elastisitas elastis	266
2. Elastisitas plastis	266
C. Modulus Geser (Shear)	270
D. Modulus Bulk	270
Review dan Rangkuman	289
Latihan Soal	390

BAB IX GERAK OSILASI

A. Konsep Gerak Osilasi	297
B. Gerak Harmonik Sederhana (GHS)	297
1. Amplitudo	298
2. Frekuensi sudut	298
3. Sudut fasa awal/ fasa awal	298
4. Kecepatan osilasi partikel	298
5. Percepatan osilasi partikel	299
C. Osilasi Pegas dan Energi Dalam Osilasi	301
1. Osilasi pegas	301
2. Frekuensi osilasi pegas	301
D. Pegas Vertikal	302
E. Susunan Pegas	303
1. Susunan pegas seri	303
2. Susunan pegas paralel	303
F. Energi Dalam Osilasi	303
1. Energi kinetik osilasi	303
2. Energi potensial osilasi	303
3. Energi mekanik	304
G. Bandul (Pendulum)	304
1. Pendulum matematis	304
2. Pendulum fisis	306
H. Gerak Osilasi Teredam	308
1. Underdamped	309
2. Critically damped	310
3. Overdamped	311

Review dan rangkuman	321
Latihan Soal	323

BAB X GELOMBANG MEKANIK

A. Parameter Gelombang	327
B. Besaran-besaran Gelombang	329
1. Amplitudo	329
2. Periode	329
3. Frekuensi	329
4. Panjang gelombang	329
5. Kecepatan rambat gelombang	329
6. Kecepatan osilasi/kecepatan partikel gelombang	329
7. Percepatan osilasi/percepatan partikel gelombang	330
8. Bilangan gelombang	330
9. Frekuensi sudut ω	330
10. Sudut fasa awal gelombang ϕ_0	330
11. Arah gelombang	331
C. Perbedaan penggambaran y sebagai fungsi waktu t dan y sebagai fungsi Posisi x Pada Gelombang	331
D. Gelombang Pada Tali	331
E. Persamaan gelombang (Wave Equation)	333
F. Superposisi Gelombang	335
1. Interferensi konstruktif dan destruktif	335
2. Penyelesaian superposisi gelombang	336
G. Gelombang berdiri	339
H. Frekuensi resonansi	341
1. Frekuensi resonansi pada nada dasar	341
2. Frekuensi nada atas pertama (harmonik ke-2)	341
3. Frekuensi nada atas ke-dua (harmonik ke-3)	342
I. Gelombang Bunyi	343
J. Intensitas dan Taraf Intensitas Bunyi	344
K. Efek Doppler	345
L. Pelayangan Bunyi	347
Review dan rangkuman	356
Latihan Soal	358

BAB XI HIDROSTATIKA

A. Konsep Hidrostatika	363
B. Tekanan	363

C. Hukum Pascal	365
D. Gaya Oleh Fluida	368
E. Gaya Apung	369
Review dan Rangkuman	380
Latihan Soal	381

BAB XII DINAMIKA FLUIDA

A. Konsep Dinamika Fluida	385
1. Aliran bersifat inkomresibel	385
2. Non viskositas	385
3. Aliran tunak (steady)	386
4. Irotasional	386
B. Prinsip Kontinuitas dalam fluida Ideal	386
C. Persamaan Bernoulli	388
Review dan Rangkuman	394
Latihan Soal	395

BAB XIII TEMPERATUR DAN KALOR

A. Temperatur	399
B. Termometer	399
C. Penerapan Skala Pada Termometer	400
D. Pemuaiian	402
1. Pemuaiian panjang	402
2. Pemuaiian luas	403
3. Pemuaiian volume	404
4. Penyebab benda memuai	405
5. Manfaat dan kerugian dari pemuaiian zat padat	405
E. Kalor	408
1. Penghitungan besar kalor	408
2. Perubahan kalor akibat perubahan fasa pada suhu konstan	409
F. Sistem dan Lingkungan	409
G. Asas Black	411
H. Perpindahan Kalor	413
1. Perpindahan kalor secara konduksi	413
2. Perpindahan kalor secara konveksi	415
3. Perpindahan kalor secara radiasi	416
Review dan Rangkuman	422
Latihan Soal	424

BAB XIV TEORI KINETIK GAS

A. Teori Kinetik Gas	426
B. Hukum-hukum Dasar Gas Ideal	426
1. Hukum Boyle	426
2. Hukum Charles-Gay Lussac	428
3. Hukum Gay-Lussac	429
4. Hukum Boyle-Gay Lussac	429
C. Persamaan Umum Gas Ideal	430
D. Persamaan Van der Waals	431
E. Energi, Kecepatan, dan Tekanan Gas	431
1. Kecepatan RMS (Root Mean Square)	432
2. Energi total partikel gas	433
3. Tekanan gas	433
F. Distribusi Laju Gas	435
G. Derajat Kebebasan Gas	438
1. Gas monoatomik	438
2. Gas diatomik	439
3. Gas poliatomik	439
H. Teorema Ekipartisi	439
Review dan Rangkuman	444
Latihan Soal	447

BAB XV TERMODINAMIKA

A. Konsep Termodinamika	451
B. Hukum I Termodinamika	452
C. Proses-proses Gas	455
1. Isovolum/isokhorik	456
2. Isobarik	556
3. Isotermal	457
4. Adiabatik	458
D. Kalor Jenis Molar Gas	461
1. Proses isovolum	462
2. Proses isobarik	462
E. Proses Reversibel, Ireversibel, Entropi, dan Perubahan Entropi	466
1. Proses reversibel dan ireversibel	466
2. Entropi dan perubahan entropi	467
F. Hukum II Termodinamika	468
G. Mesin Kalor	468
H. Mesin Carnot	472

I. Mesin Pendingin	473
Review dan Rangkuman	484
Latihan Soal	487

DAFTAR PUSTAKA

GLOSARIUM

LAMPIRAN

BIOGRAFI PENULIS

DAFTAR GAMBAR

BAB I BESARAN DAN SATUAN

Gambar 1.1. Meter standar pertama	3
Gambar 1.2. Kilogram standar pertama terbuat dari platina iridium	4
Gambar 1.3. Kibble, Alat pengukuran yang menggunakan energi mekanik atau elektromagnetik, sebagai alat yang dipakai untuk mengukur nilai massa kilogram standar	5

BAB II BESARAN VEKTOR

Gambar 2.1. Notasi vektor	13
Gambar 2.2. Vektor A dan vektor B	14
Gambar 2.3. Resultan vektor	16

BAB III KINEMATIKA

Gambar 3.1. Speedometer menunjukkan kelajuan sesaat pada kendaraan bermotor	32
Gambar 3.2. (a) posisi $x(t)$ dari suatu partikel yang bergerak dengan a konstan. (b) kecepatan tiap titik diperoleh dari kemiringan kurva $x(t)$. (c) percepatan konstan	38
Gambar 3.3. Lintasan gerak peluru	49

BAB IV DINAMIKA PARTIKEL

Gambar 4.1. Penumpang terdorong ke depan ketika dilakukan pengereman mendadak pada mobil	78
Gambar 4.2. Bola diam di atas tanah	78
Gambar 4.3. Garis gaya berat	80
Gambar 4.4. Garis gaya normal	80
Gambar 4.5. Garis gaya normal pada berbagai bidang	81
Gambar 4.6. Garis gaya tegangan tali pada bidang datar dan vertikal	83
Gambar 4.7. Gaya tegangan tali pada katrol licin	85
Gambar 4.8. Gaya tegangan tali pada bidang miring licin	86
Gambar 4.9. Gaya tegangan tali pada sistem gabungan licin	87
Gambar 4.10. Hubungan gaya gesek kinetis dengan gaya gesek statis	89

BAB V USAHA DAN ENERGI

Gambar 5.1. Usaha oleh gaya konstan (a) gaya sejajar lintasan, (b) garis gaya memiliki sudut θ terhadap bidang lintasan	121
Gambar 5.2. Usaha pada lintasan kasar	122
Gambar 5.3. (a) benda didorong ke pegas (b) benda ditarik dari pegas	130
Gambar 5.4. Gaya konservatif nilai usahanya tidak dipengaruhi oleh lintasan	131

Gambar 5.5. Kurva Energi	135
Gambar 5.6. Energi mekanik selalu konstan di setiap titik di sepanjang kurva energi	136
BAB VI MOMENTUM DAN IMPULS	
Gambar 6.1. Ilustrasi sistem partikel	161
Gambar 6.2. Ilustrasi pusat massa pada sistem partikel	162
Gambar 6.3. Ilustrasi kecepatan sistem partikel	162
Gambar 6.4. (a) distribusi gaya terhadap waktu, (b) gaya rata-rata yang bekerja pada selang waktu Δt	166
Gambar 6.5. Pemantulan oleh bola ketika menyentuh lantai setelah dijatuhkan dari ketinggian h_1	172
BAB VII GERAK ROTASI	
Gambar 7.1. Variabel-variabel gerak rotasi	203
Gambar 7.2. Momen inersia beberapa benda tegar	205
Gambar 7.3. Torsi yang bekerja pada sebuah batang	205
BAB VIII KESETIMBANGAN DAN ELASTISITAS	
Gambar 8.1. Kurva tegangan regangan	269
Gambar 8.2. Pergeseran balok akibat diberikan gaya	270
Gambar 8.3. Perubahan volume bola akibat diberi tekanan	270
BAB IX GERAK OSILASI	
Gambar 9.1. Osilasi partikel	297
Gambar 9.2. Osilasi benda dalam fungsi sinus	298
Gambar 9.3. Osilasi pada pegas ketika diberi simpangan	302
Gambar 9.4. Osilasi oleh bandul matematis ketika diberi simpangan	305
Gambar 9.5. Osilasi bandul fisis pada pusat massa benda	306
Gambar 9.6. Osilasi dalam gelombang sinus, fungsi x terhadap t	308
Gambar 9.7. Osilasi <i>underdamped</i>	310
Gambar 9.8. Osilasi <i>critically damped</i>	310
Gambar 9.9. Osilasi <i>over damped</i>	311
BAB X GELOMBANG MEKANIK	
Gambar 10.1. Gelombang transversal merambat dari kiri ke kanan	327
Gambar 10.2. Gelombang longitudinal	328
Gambar 10.3. (a) gelombang dalam fungsi posisi, (b) gelombang dalam fungsi waktu	328
Gambar 10.4. Interferensi konstruktif dua gelombang	335
Gambar 10.5. Interferensi destruktif dua gelombang	336
Gambar 10.6. Gelombang stasioner ujung terikat	340
Gambar 10.7. Perut dan simpul gelombang stasioner	340

Gambar 10.8. Hubungan partikel, simpangan dan tekanan pada gelombang	344
Gambar 10.9. Intensitas bunyi menyebar merata ke segala arah	344
BAB XI HIDROSTATIKA	
Gambar 11.1. Prinsip Pascal pada kaki-kaki bejana berhubungan	366
Gambar 11.2. Arah gaya apung pada sebuah benda yang dicelupkan kedalam fluida	370
BAB XII DINAMIKA FLUIDA	
Gambar 12.1. (a) Fluida Inkompresibel, (b) Fluida kompresibel	385
Gambar 12.2. Fluida ideal memiliki aliran tunak	386
Gambar 12.3. Aliran fluida irrotasional dan rotasional	386
Gambar 12.4. Penerapan asas Bernoulli pada pipa	388
BAB XIII TEMPERATUR DAN KALOR	
Gambar 13.1. Perbandingan skala berbagai termometer	401
Gambar 13.2. Pemuai panjang terjadi pada benda 1 dimensi	403
Gambar 13.3. Pemuai luas terjadi pada benda 2 dimensi	404
Gambar 13.4. Pemuai volume terjadi pada benda 3 dimensi	405
Gambar 13.5. Keping bimetal ketika dipanaskan	406
Gambar 13.6. Kalor dapat menyebabkan perubahan wujud zat	408
Gambar 13.7. Hubungan sistem dan lingkungan	410
Gambar 13.8. (a) Sistem terbuka, (b) sistem tertutup, (c) Sistem terisolasi	411
Gambar 13.9. Perpindahan panas secara konduksi	413
Gambar 13.10. Perpindahan panas secara konveksi	415
Gambar 13.11. Perpindahan panas secara radiasi	416
BAB XIV TEORI KINETIK GAS	
Gambar 14.1. Penerapan hukum Boyle pada alat pemompa ban sepeda	427
Gambar 14.2. Kurva hubungan p dan V pada suhu konstan	427
Gambar 14.3. Ketika gas dalam ruang tertutup dipanaskan, pada tekanan tetap volume akan bertambah	428
Gambar 14.4. Kurva hubungan tekanan p , terhadap volume V dan suhu T	428
Gambar 14.5. Ketika gas dalam ruang tertutup dipanaskan, pada volume tetap, maka tekanan akan bertambah	429
Gambar 14.6. Gerakan partikel gas dalam ruang tertutup	431
Gambar 14.7. Distribusi kecepatan partikel gas	435
Gambar 14.8. Kurva hubungan kelajuan dengan suhu	436

BAB XV TERMODINAMIKA

Gambar 15.1. Diagram $p - V$ pada salah satu proses termodinamika	451
Gambar 15.2. Diagram $p - V$ pada proses termodinamika	453
Gambar 15.3. Gas tertutup pada suhu konstan	457
Gambar 15.4. Siklus mesin kalor	469
Gambar 15.5. Siklus mesin Carnot	473
Gambar 15.6. Siklus mesin pendingin	474

DAFTAR TABEL

■ Tabel 1.1.	Besaran pokok, lambang, satuan dan lambang satuannya	2
■ Tabel 1.2.	Besaran turunan, lambang, dan satuannya	6
■ Tabel 1.3.	Besaran pokok dan dimensinya	7
■ Tabel 1.4.	Dimensi beberapa besaran turunan	7
■ Tabel 1.5.	Penyebutan dan simbol untuk beberapa notasi ilmiah	8
■ Tabel 2.1.	Aturan perkalian <i>dot product vektor</i>	21
■ Tabel. 7.1.	Hubungan gerak translasi dan gerak Rotasi pada beberapa besaran	197
■ Tabel 7.2.	Perjanjian tanda torsi	206
■ Tabel 13.1.	Jenis-jenis termometer dan karakteristiknya	400
■ Tabel 13.2.	Koefisien muai panjang beberapa benda	403
■ Tabel 15.1.	Perjanjian tanda penerapan hukum <i>I</i> Termodinamika	452
■ Tabel 15.2.	Perbedaan proses reversibel dan ireversibel	467



Besaran dan Satuan

BAB I

A. Konsep Besaran dan Satuan

Segala puji bagi Allah yang menciptakan alam semesta berikut segala sesuatu yang ada padanya. Ciptaan Allah begitu teratur, seimbang, harmonis dan sinergis satu dengan lainnya sehingga melahirkan suatu sistem alam semesta yang begitu kompleks dan sempurna. Tidak akan dijumpai sesuatu yang cacat dari alam dan semua sistem alam semesta bekerja menurut apa yang sudah ditetapkan-Nya. Kita akan mendapati alam semesta dirancang dan didesain dengan amat sempurna dengan tingkat kerumitan yang tak terkatakan sehingga keteraturan alam terjaga dan berjalan sebagaimana mestinya dari dulu hingga sekarang dan hingga masa yang akan datang. Hal ini mengonfirmasi bahwa alam diciptakan oleh sesuatu yang Maha Kuat mustahil diciptakan oleh makhluk yang serba terbatas. Hal ini sekaligus semakin memantapkan keyakinan kita bahwa pendapat yang menyatakan alam semesta terbentuk secara kebetulan adalah pendapat yang gagal dan tidak dapat diterima secara ilmiah sehingga terbantahkan.

Diantara banyak ilmu yang mempelajari segala sesuatu terkait dengan gejala alam tersebut adalah ilmu fisika. Secara sederhana fisika adalah ilmu untuk mengungkap ayat-ayat Allah Yang Maha Tinggi di alam melalui gejala-gejala alam itu sendiri. Gejala alam yang dipelajari itu baik yang terjadi pada benda/materi yang dapat diamati langsung (makro), seperti gerak planet, lintasan roket, gerak mobil dan lain-lain, maupun benda/materi yang tidak dapat kita amati langsung (dunia mikro), seperti halnya gerak elektron dalam atom, perambatan kalor dalam logam dan peristiwa-peristiwa lainnya. Segala gejala alam tersebut dapat ditunjukkan melalui sifat-sifat berbagai besaran fisika serta hubungan antara satu besaran dengan besaran lainnya. Misalnya untuk memahami apakah logam memuai atau tidak ketika dipanasi, kita menyelidiki panjang logam tersebut melalui pengukuran dan kaitannya dengan suhunya. Sehingga dari segala hal yang dapat diamati dan dapat diukur ini disebut dengan besaran.



Besaran Vektor

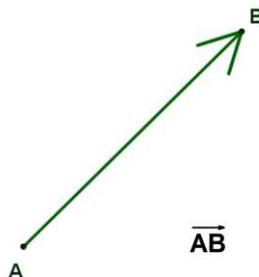
BAB II

A. Pengertian Besaran Vektor

Vektor adalah besaran yang mempunyai nilai/besar dan arah. Contoh besaran fisika yang termasuk besaran vektor adalah kecepatan, perpindahan, percepatan dan lain-lain. Dalam penulisan besaran vektor, harus menyertakan nilai dan arah besaran tersebut. Cara penulisan nilai dan arah serta notasi vektor akan dibahas pada penjelasan di bawah ini. Selain besaran vektor, dalam fisika juga dikenal besaran skalar. Besaran skalar adalah besaran yang hanya mempunyai nilai/besar saja dan tidak memiliki arah. Contoh besaran yang termasuk besaran skalar adalah waktu, suhu, massa dan lain-lain. Pada bab ini kita akan membahas materi terkait dengan besaran vektor dan aplikasi dalam kejadian fisis.

B. Notasi Vektor

Vektor ditulis dengan huruf kapital tebal (\mathbf{F}) atau ditulis miring (\vec{F}) yang disertai dengan tanda panah di atas notasi. Jika menggunakan dua huruf maka huruf pertama merupakan titik asal vektor dan huruf kedua merupakan titik ujung vektor.



■ *Gambar 2.1.* Notasi vektor



Kinematika

BAB III

A. Konsep Kinematika

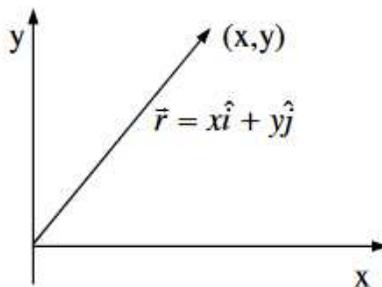
Kinematika adalah bagian dari mekanika yang mempelajari tentang gerak tanpa memperhatikan penyebab gerak tersebut. Bila gaya sebagai penggerak ikut diperhatikan, maka gerak tersebut sudah merupakan bagian dari dinamika. Pendekatan benda sebagai partikel dapat dilakukan bila benda melakukan gerak translasi murni. Gerak disebut gerak translasi bila selama bergerak sumbu kerangka acuan yang melekat pada benda yang mengacu pada titik (x', y', z') selalu sejajar dengan kerangka acuannya sendiri yaitu pada titik (x, y, z) .

B. Posisi, Perpindahan, dan Jarak

Posisi dari suatu partikel di dalam suatu sistem koordinat dapat dinyatakan dengan vektor posisi:

$$\vec{r} = xi + yj \quad (3.1)$$

Jika posisi suatu partikel pada koordinat kartesian terdapat pada titik (x, y) , maka vektor posisi dapat dinyatakan sebagai berikut,





Dinamika Partikel

BAB IV

A. Dinamika Partikel

Mekanika klasik atau mekanika Newton adalah teori tentang gerak yang didasarkan pada konsep massa dan gaya dan hukum-hukum yang menghubungkan konsep-konsep fisis tersebut dengan besaran kinematika seperti perpindahan, kecepatan, dan percepatan. Semua gejala alam dalam mekanika klasik dapat digambarkan dengan menggunakan hanya 3 hukum sederhana yang dinamakan hukum Newton tentang gerak. Hukum Newton menghubungkan percepatan sebuah benda dengan massanya dan gaya-gaya yang bekerja pada benda tersebut.

Dinamika adalah cabang fisika yang mempelajari gerak pada benda/partikel serta penyebab terjadinya gerak tersebut. Penyebab benda bergerak tidak lain adalah akibat diberikan gaya. Pada bab ini hukum-hukum Newton akan dibahas lebih rinci, dan kita akan mendefinisikan konsep gaya dan massa secara tepat dan bagaimana penerapan konsep tersebut dalam kejadian fisis. Sehingga kita akan memahami bagaimana hukum Newton dapat digunakan pada persoalan yang sederhana dimana sebuah benda dipengaruhi oleh gaya-gaya yang besarnya konstan.

B. Hukum Newton

1. Hukum I Newton

Hukum pertama Newton dikenal juga dengan hukum kelembaman/inersia. Kelembaman atau inersia adalah suatu kecenderungan benda di alam untuk mempertahankan kedudukan atau keadaan semula. Benda yang mula-mula diam akan cenderung mempertahankan keadaan diamnya dan benda yang bergerak cenderung mempertahankan gerakan dan kecepatan geraknya. Kecenderungan benda mempertahankan kedudukannya ini menimbulkan keseimbangan alam semesta dengan segala gejala-gejala fisisnya.

Sebagai contoh, seseorang yang duduk di dalam mobil akan terdorong kedepan ketika dilakukan pengereman mendadak. Begitu pula sebuah bola yang diam akan membutuhkan

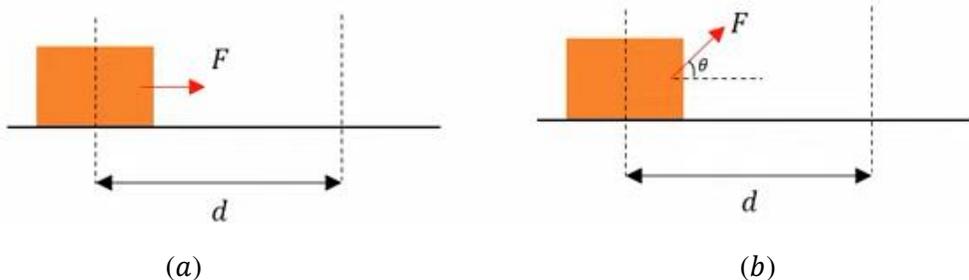


Usaha dan Energi

BAB V

A. Usaha Oleh Gaya Konstan

Usaha atau kerja secara umum dapat diartikan sebagai energi yang disalurkan oleh gaya ke benda sehingga menyebabkan benda berpindah tempat. Berdasarkan pengertian ini dapat dipahami bahwa gaya adalah penyebab adanya usaha. Selama gaya bekerja pada sebuah benda, gaya dapat bernilai tetap (konstan) atau berubah terhadap waktu (tidak konstan). Untuk gaya bernilai tetap perhatikan gambar di bawah ini,



■ **Gambar 5.1.** Usaha oleh gaya konstan (a) gaya sejajar lintasan, (b) garis gaya memiliki sudut θ terhadap bidang lintasan

Pada Gambar 5.1, sebuah balok yang terletak pada bidang datar, diberikan gaya konstan ke kanan sebesar F . Gaya ini menyebabkan perpindahan balok sejauh d . Sehingga usaha yang dikerjakan gaya F terhadap balok dapat didefinisikan sebagai,

$$W = Fd \quad (5.1)$$

Pada gambar 2, gaya yang bekerja pada balok mempunyai sudut sebesar θ , sehingga usaha yang diberikan gaya pada balok menjadi,

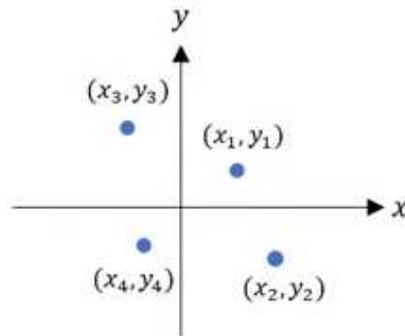


Momentum dan Impuls

BAB VI

A. Sistem Partikel

Suatu sistem fisis dibentuk oleh susunan partikel-partikel yang disebut sistem partikel. Pada sistem partikel setidaknya disusun oleh dua partikel atau lebih. Sebagai ilustrasi, pada sistem 2 dimensi di bawah ini terdapat empat partikel dengan posisi berbeda yaitu (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) , dan (x_4, y_4) .



■ **Gambar 6.1.** Ilustrasi sistem partikel

Masing-masing partikel pada sistem bergerak secara acak. Karena masing-masing partikel bergerak acak dengan kecepatan yang berbeda-beda, maka dikemukakan konsep pusat massa dimana ada satu titik yang dianggap dapat mewakili seluruh sistem. Dengan menggunakan konsep pusat massa, maka partikel-partikel dengan posisi berbeda seperti pada Gambar 6.1 di atas diwakili oleh satu partikel dengan koordinat di titik (x_{pm}, y_{pm}) . Titik (x_{pm}, y_{pm}) inilah yang dianggap pusat massa sistem. Sehingga partikel yang mulanya mempunyai massa m_1, m_2, m_3 dan m_4 menjadi massa sistem M , dimana $M = m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + \text{dst ...}$



Gerak Rotasi

BAB VII

A. Pengertian Gerak Rotasi

Gerak rotasi adalah gerak memutar terhadap titik porosnya. Sebuah benda tegar bergerak rotasi murni jika setiap partikel pada benda tersebut bergerak dalam lingkaran yang pusatnya terletak pada garis lurus yang disebut sumbu rotasi. Pada bab ini kita akan menganalisis rotasi benda tegar terhadap sumbu tetap. Benda tegar adalah benda yang dapat berotasi dimana setiap partikelnya tidak mengalami kedudukan. Sedangkan sumbu tetap maksudnya adalah rotasi terjadi terhadap sumbu yang tidak bergerak.

B. Hubungan Gerak Rotasi dan Translasi

Gerak rotasi jika diberikan gaya maka benda akan memutar pada sumbu putar, sedangkan gerak translasi, jika diberikan gaya maka benda akan berpindah tempat (posisi). Berikut adalah perbandingan gerak translasi dan rotasi

■ **Tabel. 7.1.**

Hubungan gerak translasi dan gerak Rotasi pada beberapa besaran.

Translasi	Rotasi	Hubungan
s	θ	$s = r\theta$
v	ω	$v = r\omega$
a	α	$a = r\alpha$
m	I	$I = mr^2$
F	τ	$\tau = rF$
p	L	$L = rp$

Kedua gerak tersebut mempunyai kemiripan satu dengan yang lain. Sebagai contoh jika kecepatan akhir benda pada gerak translasi adalah $v = v_0 + at$, dengan mengganti besaran-besaran yang sesuai sebagaimana pada tabel di atas, maka kita akan mendapatkan persamaan



Keseimbangan dan Elastisitas

BAB VIII

A. Keseimbangan Benda Tegar

Seorang pemain sepak bola menendang bola dengan gaya sebesar F namun bola tersebut bentuknya tidak berubah sebelum dan setelah diberikan gaya. Dan seorang barista menuangkan minuman kopi panas dari suatu wadah ke wadah lainnya, lalu bentuk kopi menyesuaikan dengan bentuk wadah yang ketika dipindahkan. Dari ilustrasi tersebut kita dapat memahami perbedaan kedua benda, bola dan minuman kopi. Bola bentuknya tidak berubah ketika diberikan gaya, sedangkan kopi bentuknya berubah sesuai dengan wadah. Karena bentuk dan ukurannya tidak berubah ketika diberikan gaya, maka dapat dikatakan bola adalah benda tegar. Sedangkan minuman kopi bentuknya berbeda-beda ketika diberikan gaya sehingga minuman kopi bukanlah benda tegar. Lalu apa itu benda tegar? Secara makroskopis benda tegar didefinisikan sebagai benda yang bentuk dan ukurannya tidak berubah walau diberikan gaya.

Lalu apa yang dimaksud dengan keseimbangan, dan bagaimana suatu benda dapat dikatakan setimbang? Syarat suatu benda dapat dikatakan setimbang apabila resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut sama dengan nol,

$$\sum \mathbf{F} = 0$$

dan jika dalam gerak rotasi, syarat benda setimbang adalah,

$$\sum \boldsymbol{\tau} = 0$$

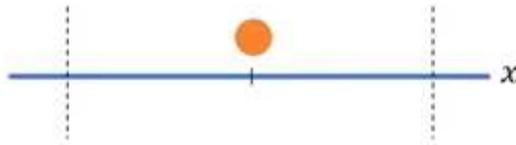


Gerak Osilasi

BAB IX

A. Konsep Gerak Osilasi

Pada materi sebelumnya kita sudah mempelajari gerak translasi dan rotasi. Pada gerak translasi ketika suatu benda dikenai gaya maka ia akan bergerak searah sumbu x , sumbu y , sumbu z , kedua sumbu atau ke ketiga sumbu sekaligus. Pada gerak rotasi ketika benda dikenai gaya maka benda akan bergerak berputar terhadap poros dengan variabel-variabel sudut. Sedangkan gerak osilasi atau gerak harmonik adalah gerakan bolak balik suatu partikel melalui titik setimbangnya (acuan).



■ *Gambar 9.1.* Osilasi partikel

B. Gerak Harmonik Sederhana (GHS)

Persamaan gerak harmonik sederhana dinyatakan dalam bentuk fungsi sinus atau fungsi cosinus. Dimana yang menunjukkan benda berosilasi adalah fungsi sinus dan fungsi cosinus tersebut.

$$x(t) = A \cos(\omega t + \theta_o), \quad (9.1)$$

atau

$$x(t) = A \sin(\omega t + \theta_o), \quad (9.2)$$



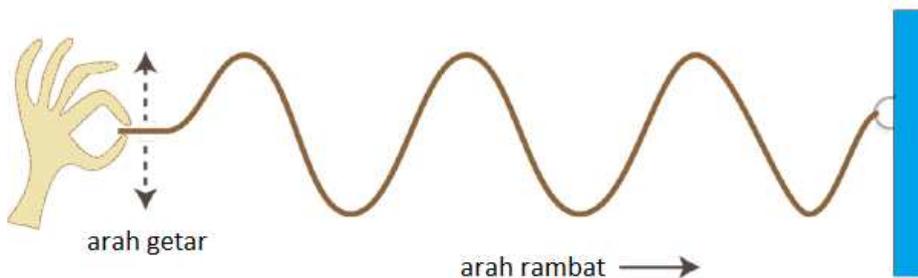
Gelombang Mekanik

BAB X

A. Parameter Gelombang

Gelombang adalah getaran atau osilasi yang merambat. Berdasarkan medium rambatnya gelombang dapat dibedakan menjadi dua macam, gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik. Gelombang mekanik adalah gelombang dimana perambatannya memerlukan medium/perantara. Contoh gelombang mekanik adalah gelombang air, gelombang tali, gelombang bunyi dan lain-lain. Sedangkan gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dalam perambatannya tidak memerlukan medium rambat.

Berdasarkan arah rambat dan arah getar, gelombang dibedakan menjadi gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Gelombang transversal adalah gelombang dimana arah getar tegak lurus terhadap arah rambat, sedangkan gelombang longitudinal adalah gelombang dimana arah rambat sejajar dengan arah getarnya.



■ **Gambar 10.1.** Gelombang transversal merambat dari kiri ke kanan
(Sumber <https://bit.ly/3jpaz2n>)



Hidrostatika

BAB XI

A. Konsep Hidrostatika

Pada bagian ini kita akan mempelajari fluida statis atau fluida dalam keadaan diam. Dimana yang dimaksud dengan fluida adalah sesuatu yang dapat mengalir. Cairan dan gas merupakan contoh fluida yang paling banyak terdapat di sekitar kita. Agar mudah mempelajari fenomena fluida yang beragam, maka pembahasan kita hanya akan membahas fluida homogen, yaitu fluida yang masa jenisnya konstan tidak bergantung pada posisi.

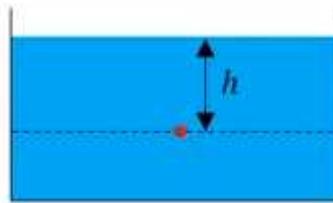
B. Tekanan

Tekanan adalah besarnya gaya yang bekerja pada luasan bidang tertentu. Tekanan dinyatakan dengan,

$$p = \frac{F}{A} \quad (11.1)$$

Satuan tekanan yang biasa digunakan adalah, N/m^2 , *Pascal*, *cmHg*, *atm*, *bar*, *psi* dan lain-lain.

Tekanan oleh fluida disebut tekanan hidrostatis P_h . Tekanan hidrostatis disebabkan oleh berat fluida. Sebagai contoh, diberikan akuarium seperti pada gambar di bawah ini,





Dinamika Fluida

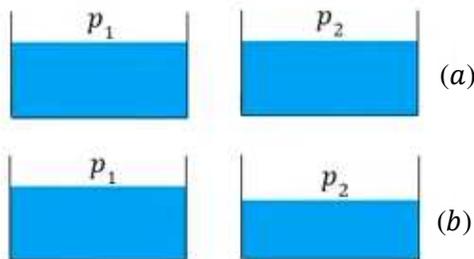
BAB XII

A. Konsep Dinamika Fluida

Pembahasan terkait dinamika fluida sebenarnya sangat kompleks dan rumit. Banyak variabel yang harus diperhitungkan sehingga belum ditemukan formula yang benar-benar dapat menggambarkan keadaan fluida yang sesungguhnya. Sehingga pembahasan fluida hanya dapat dilakukan dengan menganggap fluida memiliki sifat-sifat ideal untuk menyederhanakan pembahasan. Lalu apa yang dimaksud dengan fluida ideal? Fluida ideal adalah fluida yang memiliki sifat-sifat sebagai berikut;

1. Aliran bersifat inkompresibel

Inkompresibel adalah fluida memiliki massa jenis konstan ketika diberi tekanan.



■ **Gambar 12.1.** (a) Fluida Inkompresibel, (b) Fluida kompresibel
(Sumber. TPB Santuy)

2. Non viskositas

Viskositas merupakan tingkat kekentalan fluida. Fluida ideal dianggap non viskos (encer) atau kekentalan fluida diabaikan. Karena jika fluida dianggap kental, maka akan terjadi gesekan antar partikel fluida.



Temperatur dan Kalor

BAB XIII

A. Temperatur

Temperatur atau suhu adalah derajat panas atau dinginnya suatu benda atau sistem. Makin tinggi suhu, maka semakin panas sebuah objek dan berlaku sebaliknya. Suhu adalah suatu besaran fisika yang dimiliki bersama antara dua benda atau lebih yang berada dalam kesetimbangan termal. Suatu benda yang dalam keadaan panas dikatakan memiliki suhu yang tinggi, dan sebaliknya, suatu benda yang dalam keadaan dingin dikatakan memiliki suhu yang rendah. Perubahan suhu benda, baik menjadi lebih panas atau menjadi lebih dingin biasanya diikuti dengan perubahan bentuk atau wujudnya. Misalnya, perubahan wujud air menjadi es batu atau uap air karena pengaruh panas atau dingin.

Selain perubahan wujud yang dialami benda, perubahan panas juga dapat menyebabkan pemuaian. Pemuaian merupakan peristiwa perubahan ukuran (penambahan panjang, luas, atau volume) suatu benda karena pengaruh suhu. Pemuaian pada zat padat bisa berupa pemuaian panjang, pemuaian luas, maupun pemuaian volume. Sedangkan zat cair dan gas hanya mengalami pemuaian volume.

Untuk mengkuantifikasi besaran suhu dan menyatakan seberapa tinggi atau rendahnya nilai suhu suatu benda diperlukan pengukuran. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur besaran suhu adalah termometer. Termometer yang paling banyak digunakan untuk mengukur suhu adalah Celcius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin. Dalam menyatakan satuan suhu, diawali dengan derajat kemudian diikuti satuan alat ukur yang dipakai kecuali Kelvin. Untuk menyatakan besaran suhu dalam satuan Kelvin tidak menggunakan derajat, misalnya 300 K dan lain-lain.

B. Termometer

Ketika suatu benda atau zat dipanaskan atau didinginkan hingga mencapai suhu tertentu, maka beberapa sifat fisis benda tersebut akan mengalami perubahan. Sifat fisika yang mengalami perubahan karena perubahan suhu dinamakan sifat termometrik (*thermometric property*).



Teori Kinetik Gas

BAB XIV

A. Teori Kinetik Gas

Teori kinetik gas menjelaskan sifat-sifat gas berdasarkan gerak acak secara terus menerus dari molekul-molekulnya. Gerakan partikel-partikel gas ini memberikan tekanan yang tidak henti-hentinya terhadap dinding wadahnya.

Untuk menyederhanakan fenomena fisis gas yang sangat rumit maka dikemukakan teori gas ideal, yaitu gas yang secara tepat memenuhi hukum-hukum gas. Dalam keadaan nyata, tidak ada gas yang termasuk gas ideal, sehingga dibuat asumsi gas ideal sebagai berikut;

1. Volume tiap partikel gas diabaikan terhadap wadahnya. Artinya volume wadah dianggap sama dengan volume partikel gas yang ada dalam wadah tersebut.
2. Tidak ada interaksi antar partikel selain tumbukan.
3. Gas yang terdiri dari molekul-molekul yang sangat banyak dan jarak antar molekulnya jauh lebih besar dari pada ukuran molekul tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa gaya tarik molekul sangat kecil dan diabaikan.
4. Molekul-molekul gas bergerak secara acak dengan kecepatan tetap dan memenuhi hukum gerak Newton.
5. Molekul-molekul gas mengalami tumbukan lenting sempurna satu sama lain dengan dinding wadahnya. Dinding wadah adalah kaku sempurna dan tidak akan bergerak.

B. Hukum-hukum Dasar Gas Ideal

1. **Hukum Boyle**

Robert Boyle pada tahun 1662 mengukur sifat-sifat gas dalam keadaan yang mendekati keadaan gas ideal. Boyle mencapai kesimpulan bahwa pada suhu tetap maka volume gas berbanding terbalik dengan tekanannya. Semakin besar tekanan maka volume akan semakin mengecil dan sebaliknya.



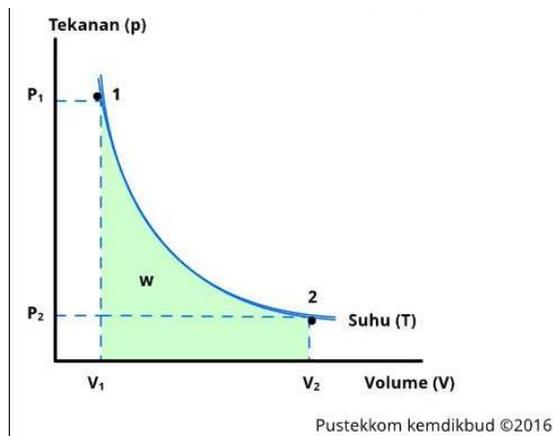
Termodinamika

BAB XV

A. Konsep Termodinamika

Termodinamika secara sederhana dapat didefinisikan sebagai keadaan suatu sistem yang tersusun atas parameter-parameternya dan prosesnya serta energi yang terlibat dalam proses tersebut. Sistem yang dimaksud adalah sistem gas ideal. Walaupun sistem lain seperti fluida juga dapat dibahas prinsip-prinsip termodinamikanya.

Keadaan suatu gas dalam suatu proses, dapat digambarkan dalam diagram yang disebut diagram $p - V$. Berikut adalah contoh diagram $p - V$ pada salah satu proses termodinamika.



■ **Gambar 15.1.** Diagram $p - V$ pada salah satu proses termodinamika

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mikrajuddin. 2016. *Fisika Dasar 1*. Bandung: FMIPA ITB
- Ambiyar. 2009. *Termodinamika*. Padang: UNP Press
- Barret, Thomas E. 2007. *A Study Guide to Accompany Solution Manual for Physics Eighth Edition*. New York: Wiley
- Bloomfield. Louis A. 2013. *How Things Work the Physics of Everyday Life 5rd Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Boas, Mary I. 2006. *Mathematics Methods in The Physical Science Third Edition*. New York: Wiley
- Giancoli. 2021. *Fisika Edisi Ke-Lima Terjemahan*. Jakarta: Erlangga
- Hewitt, Paul G. 2010. *Conceptual Physics Eleventh Edition*. USA: Addison-Wesley
- Halliday, Resnick. 2014. *Fundamentals of Physics Tenth Edition*. New York: John Wiley & Sons
- Kristanto, Agung. 2011. *Diktat Kuliah Mekanika Teknik*. Yogyakarta: UAD
- Rompas, Parabelem T.D., 2016. *Termodinamika Teknik 1*. Tondano: Unima Press
- Serwey, Jewett. 2014. *Physics for Scientists and Engineer with Modern Physics*. Boston: Brooks/Cole.
- Tipler. Paula A., 2008. *Physics For saintis and Engineer*. W.H. Freeman and Company
- White, Frank M. 2008. *Fluid Mechanics Seventh Edition*. New York: McGraw-Hill

GLOSARIUM

Angka penting	: Semua angka yang berasal atau diperoleh dari hasil pengukuran.
Anomali air	: Keanehan sifat pada air, jika air dipanaskan maka air akan menyusut pada suhu 0 derajat Celcius sampai 4 derajat celcius.
Asas Black	: Banyaknya kalor yang diserap benda yang bersuhu rendah sama dengan banyaknya kalor yang dilepas benda yang bersuhu tinggi.
Berat	: Gaya yang menarik benda ke bumi.
Besaran	: Segala sesuatu yang dapat diukur kemudian dinyatakan dengan nilai atau angka.
Besaran pokok	: Besaran Fisika yang satuannya telah didefenisikan atau ditetapkan terlebih dahulu melalui kesepakatan internasional.
Besaran skalar	: Besaran dalam Fisika yang hanya memiliki besar atau angka saja tanpa disertai dengan arah.
Besaran turunan	: Besaran Fisika yang satuannya berasal dari atau diturunkan dari besaran pokok.
Besaran vektor	: Besaran dalam Fisika yang memiliki besar atau angka serta memiliki arah.
Daya	: Energi dalam waktu tertentu.
Daya akomodasi (daya suai)	: Kemampuan lensa mata untuk menebal dan menipis sesuai dengan jarak yang dilihatnya.
Dimensi:	: Cara besaran tersebut tersusun dari besaran-besaran pokok.
Dinamika	: Bagian mekanika yang membahas mengenai gerak.
Energi	: Ukuran kemampuan suatu sistem untuk melakukan kerja.
Fahrenheit	: Skala temperatur dengan temperatur air mendidih ditetapkan sebagai 212 derajat dan temperatur es melebur sebagai 32 derajat.
Frekuensi	: Banyaknya putaran yang dilakukan benda dalam waktu satu detik.

Gaya Normal	: Gaya yang bekerja pada benda yang berada pada permukaan bidang yang memiliki arah selalu tegak lurus dengan permukaan bidang.
Gaya sentripetal	: Gaya yang menyebabkan terjadinya percepatan sentripetal.
Gaya	: Sesuatu yang dapat mempengaruhi gerak dan bentuk suatu benda.
Gaya gesekan	: Gaya yang melawan gerak pada suatu permukaan yang relatif satu dengan lainnya.
Gaya reaksi:	: Suatu gaya yang setara besarnya, namun berlawanan arah dengan gaya lain yang sesuai -dengan Hukum Ketiga Newton.
Gaya sentuh	: Gaya antara dua buah benda yang bersentuhan disebut gaya kontak.
Gaya tegangan tali	: Gaya yang bekerja ketika tali tersebut dalam keadaan tegang.
Gelombang	: Gangguan periodik dalam suatu medium atau ruang.
Gelombang mekanik	: Gelombang yang perambatannya memerlukan medium perantara.
Gelombang elektromagnetik	: Gelombang yang perambatannya tidak memerlukan medium perantara.
Gerak	: Perubahan letak suatu benda atau sistem terhadap waktu, yang diukur oleh seorang pengamat tertentu.
Gerak jatuh bebas	: Gerak suatu benda yang jatuh dari suatu ketinggian tertentu di atas tanah tanpa kecepatan awal dan dalam geraknya hanya dipengaruhi oleh gaya gravitasi.
Gerak Lurus	: Gerak yang lintasannya berbentuk garis lurus.
Gerak Melingkar	: Gerak yang lintasannya berbentuk melingkar.
Gerak lurus beraturan (GLB)	: Gerak benda yang lintasannya berupa garis lurus dan kecepatannya konstan (tetap).
Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)	: Gerak benda dengan lintasan lurus dan kecepatannya setiap saat berubah secara beraturan.

Gerak Melingkar Beraturan (GMB)	: Gerak benda yang lintasannya melingkar dengan besar kecepatan tetap dan vektor kecepatan linier senantiasa berubah dan vektor kecepatan sudut tetap.
Gerak Melingkar Berubah Beraturan (GMBB)	: Gerak benda yang lintasannya melingkar dengan kecepatan berubah dan besar percepatannya konstan.
Gerak Vertikal ke Atas	: Gerak benda yang memiliki kecepatan awal dan dipengaruhi oleh percepatan gravitasi, dengan arah gerak benda menjauhi pusat gravitasi.
Gerak Vertikal ke Bawah	: Gerakan benda yang memiliki kecepatan awal dan dipengaruhi oleh percepatan gravitasi, dengan arah gerak benda menuju pusat gravitasi.
Gravitasi	: Gaya tarik menarik antara dua buah benda yang masih dipengaruhi oleh gaya gravitasi.
Hukum Boyle-Gay Lussac	: Sifat yang berlaku gas jika tekanan, volume, dan suhu berubah.
Hukum Boyle	: Sifat gas pada proses isothermic, sehingga hasil kali tekanan dengan volume adalah bilangan tetap.
Hukum Gay Lussac	: Sifat gas pada keadaan isokhoris, sehingga hasil bagi tekanan dengan suhu adalah tetap.
Hukum I Newton	: Bila resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol, maka benda itu diam atau bergerak sama dengan nol.
Hukum II Newton	: Percepatan yang timbul dari sebuah gaya yang bekerja pada sebuah benda besarnya berbanding lurus dan searah dengan gaya itu dan berbanding terbalik dengan massa benda.
Hukum III Newton	: Saat benda pertama mengerjakan gaya (aksi) pada benda kedua, maka benda kedua akan mengerjakan gaya (reaksi) pada benda pertama, yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan.
Kalor	: Perpindahan energi dari suatu zat ke zat lainnya dengan diikuti perubahan suhu.
Kalorimeter	: Alat ukur untuk mengukur kalor.
Kalor Laten	: Jumlah panas yang diserap atau dilepaskan pada suatu bahan yang mengubah fasa fasisnya pada temperatur tetap.

Kalor jenis	: Ukuran kemampuan suatu benda untuk melepas atau menerima kalor
Kecepatan	: Besaran yang menunjukkan cepat atau lambatnya gerak suatu benda pada arah tertentu.
Kelajuan	: Besar kecepatan dan tidak memiliki arah.
Konduksi	: Perpindahan kalor melalui suatu bahan dari tempat yang memiliki temperatur tinggi ke tempat yang bertemperatur rendah.
Konduktor	: Bahan yang mudah menghantarkan arus listrik.
Konveksi	: Proses perpindahan kalor dari suatu bagian fluida ke bagian lainnya akibat fluida itu sendiri.
Massa	: Ukuran kelembaman suatu benda.
Percepatan	: Laju pertambahan kelajuan atau kecepatan.
Periode	: Waktu T yang dibutuhkan untuk melengkapi satu siklus suatu osilasi atau gerak gelombang.
Satuan	: Besaran yang digunakan sebagai patokan untuk mengukur besaran lain yang sejenis dengan besaran tersebut.
Sekon	: Satuan waktu.
Temperatur	: Sifat suatu benda atau daerah dalam ruang yang menentukan ada atau tidaknya aliran panas yang masuk dari atau keluar ke benda sekitarnya.
Termometer	: Alat yang digunakan untuk mengukur temperatur suatu bahan.
Vektor	: Besaran yang memiliki besar dan arah.

Konstanta Dasar Fisika*

Konstanta	Simbol	Nilai	Nilai Komputasi
Kecepatan cahaya dalam ruang hampa	c	2,997 924 58	$3 \times 10^8 \text{ m/s}$
Muatan elementer	E	1,602 176 462	$1,6 \times 10^{-19}$
Konstanta gravitasi	G	6,673	$6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{s}^2 \cdot \text{kg}$
Konstan gas universal	R	8,314 472	$8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$
Konstanta Avogadro	N_A	6,022 141 79	$6,02 \times 10^{23} \text{ J/K}$
Konstanta Bolzman	k	1,380 650 3	$1,38 \times 10^{23} \text{ J/K}$
Konstanta Stefan-Bolzman	σ	5,670 400	$5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$
Volume molar gas ideal pada keadaan STP	V_m	2,271 098 1	$2,27 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{mol}$
Konstan permisivitas	ϵ_0	8,854 187 817 6	$8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$
Konstanta permeabilitas	μ_0	1,256 637 061 4	$1,26 \times 10^{-6} \text{ H/m}$
Konstanta Planck	h	6,626 068 76	$6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Massa electron	m_e	9,109 381 88	$9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Massa proton	m_p	1,672 621 58	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa neutron	m_n	1,674 927 16	$1,68 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa atom hidrogen	m_{1H}	1,007 825 031 6	$1,0078 \mu$
Massa atom helium	m_{4He}	4,002 603 2	$4,0026 \mu$
Massa muon	m_μ	1,883 531 09	$1,88 \times 10^{-28} \text{ kg}$
Momen magnetik elektron	μ_e	9,284 763 62	$9,28 \times 10^{-24} \text{ J/T}$
Momen magnetik proton	μ_p	1,410 606 663	$1,41 \times 10^{-26} \text{ J/T}$
Konstanta Rydberg	R	1,097 373 156 8	$1,1 \times 10^7 / \text{m}$
Panjang gelombang Compton elektron	λ_C	2,426 310 310 2	$2,43 \times 10^{-12}$
Magneton Bohr	μ_B	9,274 008 99	$9,27 \times 10^{-24} \text{ J/T}$
Konstanta Coulomb	k	$8.987 551 \dots \times 10^9$	$9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

*Nilai-nilai dalam tabel ini berdasarkan nilai rekomendasai CODATA tahun 1998 (www.physics.nist.gov)

Medan Magnetik

Gauss	Tesla	miligauss
1 gauss = 1	10^{-4}	1000
1 Tesla = 10^4	1	10^7
1 miligauss = 0,001	10^{-7}	1

Fluks Magnetik

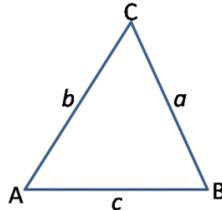
Maxwell	Weber
1 maxwell	10^{-8}
1 weber	1

Rumus-rumus Matematika Dasar

Rumus kuadrat

Jika $ax^2 + bx + c = 0$, maka $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

Rumus Segitiga



Sudut-sudutnya adalah A, B, C . sedangkan sisi-sisi yang berseberangan adalah a, b, c , dan jumlah sudut segitiga adalah 180° . Dengan demikian berlaku rumus sinus untuk segitiga sebagai berikut;

$$\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b} = \frac{\sin C}{c}$$

Dan rumus cosinus dapat dituliskan dengan,

$$c^2 = a^2 + b^2 + 2ab \cdot \cos C$$

Identitas Trigonometri

$$\sin(90^\circ - \theta) = \cos \theta$$

$$\cos(90^\circ - \theta) = \sin \theta$$

$$\frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \tan \theta$$

$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$$

$$\sec^2 \theta - \tan^2 \theta = 1$$

$$\csc^2 \theta - \cot^2 \theta = 1$$

$$\sin^2 \theta = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos 2\theta$$

$$\cos^2 \theta = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\theta$$

$$\cos 2\theta = 1 - 2 \sin^2 \theta$$

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta \pm \cos \alpha \cdot \sin \beta$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta \mp \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

$$\tan(\alpha \pm \beta) = \frac{\tan \alpha \pm \tan \beta}{1 \pm \tan \alpha \cdot \tan \beta}$$

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{1}{2}(\alpha + \beta) \cdot \cos \frac{1}{2}(\alpha - \beta)$$

$$\sin \alpha - \sin \beta = 2 \cos \frac{1}{2}(\alpha + \beta) \cdot \sin \frac{1}{2}(\alpha - \beta)$$

$$\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{1}{2}(\alpha + \beta) \cdot \cos \frac{1}{2}(\alpha - \beta)$$

$$\cos \alpha - \cos \beta = 2 \sin \frac{1}{2}(\alpha + \beta) \cdot \sin \frac{1}{2}(\alpha - \beta)$$

$$\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta$$

$$\cos 2\theta = \cos^2 \theta - \sin^2 \theta = 2 \cos^2 \theta - 1$$

Turunan

$$\frac{dx}{dx} = 1$$

$$\frac{d(ku)}{dx} = k \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx}(u + v) = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} x^m = m x^{m-1}$$

$$\frac{d}{dx} \ln x = \frac{1}{x}$$

$$\frac{d}{dx} uv = u \frac{dv}{dx} + v \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} e^x = e^x$$

$$\frac{d}{dx} \sin x = \cos x$$

$$\frac{d}{dx} \cos x = -\sin x$$

$$\frac{d}{dx} \tan x = \sec^2 x$$

$$\frac{d}{dx} \cot x = -\csc^2 x$$

$$\frac{d}{dx} \sec x = \tan x \cdot \sec x$$

$$\frac{d}{dx} \csc x = -\cot x \cdot \csc x$$

$$\frac{d}{dx} e^u = e^u \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \sin u = \cos u \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \cos u = -\sin u \frac{du}{dx}$$

Integral

$$\int dx = x$$

$$\int au \, dx = a \int u \, dx$$

$$\int (u + v) \, dx = \int u \, dx + \int v \, dx$$

$$\int x^m \, dx = \frac{x^{m+1}}{m+1} \quad (m \neq -1)$$

$$\int \frac{dx}{x} = \ln|x|$$

$$\int u \frac{dv}{dx} \, dx = uv - \int v \frac{du}{dx} \, dx$$

$$\int e^x \, dx = e^x$$

$$\int \sin x \, dx = -\cos x$$

$$\int \cos x \, dx = \sin x$$

$$\int \tan x \, dx = \ln |\sec x|$$

$$\int \sin^2 x \, dx = \frac{1}{2}x - \frac{1}{4}\sin 2x$$

$$\int e^{-ax} \, dx = -\frac{1}{a}e^{-ax}$$

$$\int x e^{-ax} \, dx = -\frac{1}{a^2}(ax + 1)e^{-ax}$$

$$\int x^2 e^{-ax} \, dx = -\frac{1}{a^3}(a^2x^2 + 2ax + 2)e^{-ax}$$

$$\int_0^{\infty} x^n e^{-ax} \, dx = \frac{n!}{a^{n+1}}$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \ln(x + \sqrt{x^2 + a^2})$$

$$\int \frac{x \, dx}{(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} = \int \frac{1}{(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\int \frac{x \, dx}{x + d} = x - d \ln|x + d|$$

BIOGRAFI PENULIS



Don Jaya Putra, lahir di Pesisir Selatan, Sumatera Barat pada tanggal 3 Januari 1993. Pendidikan Sarjana (S1) diselesaikan dari Fakultas Tarbiyah dan Keguruan IAIN Imam Bonjol Padang tahun 2016 dan program pendidikan Magister (S2) pada jurusan Pengajaran Fisika dari Institut Teknologi Bandung pada tahun 2020 melalui beasiswa dari Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kementerian Keuangan Republik Indonesia PK 114 (*Palapa Nagara Bhakti*). Menjadi pengajar Fisika, Matematika, pelatih OSN Fisika dan tutor persiapan masuk perguruan tinggi negeri untuk siswa dari berbagai daerah di Indonesia sejak tahun pertama pendidikan program sarjana hingga saat ini.

Pada lembaga pendidikan formal, aktif sebagai pengajar di Sekolah Alam Bandung (SAB) sejak tahun 2021 hingga pertengahan tahun 2022. Saat ini penulis adalah dosen tetap pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Musamus sejak tahun 2022.

FISIKA

UNTUK UNIVERSITAS

Sebagian besar mahasiswa menganggap fisika adalah matakuliah yang sulit. Ada banyak faktor mengapa stereotip ini melekat pada fisika, diantara yang paling berpengaruh adalah buku ajar yang digunakan sangat kaku dan pembahasan yang tidak runut serta miskinnya penyertaan contoh-contoh kasus yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Sehingga fisika terasa “tidak ada” dalam dunia nyata dan bahkan lebih jauh sebagian mahasiswa menganggap fisika adalah ilmu yang tidak berguna dalam kehidupan sehari-hari.

Sebagai upaya menepis stereotif yang kurang tepat tentang fisika tersebut, maka disusunlah buku Fisika Untuk Universitas ini yang fokus pada pemahaman konsep fisika dengan pendekatan terpadu, sederhana dan tersistematis. Terpadu adalah konsep-konsep yang disajikan dalam buku ini terintegrasi satu dengan lainnya. Sehingga menghasilkan penjelasan yang utuh, konkret dan menyeluruh. Adapun yang dimaksud dengan sederhana adalah buku Fisika Untuk Universitas ini ditulis dengan menyajikan konsep-konsep rumit dalam gaya bahasa yang lebih lugas, ringkas, dan mudah dimengerti. Sedangkan tersistematis adalah tata urutan dan pembahasan soal-soal ditulis dengan struktur yang runut sedemikian rupa sehingga penyajian materi dan pembahasan soal-soal tidak terkesan melompat dari suatu bahasan ke bahasan lain, melainkan disertai keterangan dan kalimat hubung yang jelas sehingga dapat menuntun mahasiswa/pengajar untuk mendapatkan pengalaman belajar yang lebih komprehensif dan menyeluruh.

Selain itu buku ini diperkaya dengan beragam contoh soal dan pembahasan di setiap bab dalam berbagai tipe soal dengan tingkat kesulitan yang berbeda. Diharapkan dengan berbagai contoh-contoh soal yang sudah disediakan mahasiswa dapat memahami konsep dan penerapan konsep fisika untuk memecahkan berbagai persoalan fisis.