

BUKU AJAR

MATAKULIAH FISIKA LINGKUNGAN



ADY FRENLY SIMANULLANG, S.Pd., M.Si

Buku Ajar
MATAKULIAH FISIKA LINGKUNGAN

Buku Ajar

MATAKULIAH FISIKA LINGKUNGAN

ADY FRENLY SIMANULLANG, S.Pd., M.Si



Buku Ajar

MATAKULIAH FISIKA LINGKUNGAN

Penulis:

Ady Frenly Simanullang, S.Pd., M.Si

Editor:

Mardame Pangihutan Sinaga, S.Pi., M.Si

Layouter :

Tim Kreatif PRCI

Cover:

Rusli

Cetakan Pertama : Desember 2023

Hak Cipta 2023, pada Penulis. Diterbitkan pertama kali oleh:

Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia

ANGGOTA IKAPI JAWA BARAT

Pondok Karisma Residence Jalan Raflesia VI D.151

Panglayungan, Cipedes Tasikmalaya – 085223186009

Website : www.rcipress.rcipublisher.org

E-mail : rumahcemerlangindonesia@gmail.com

Copyright © 2023 by Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia

All Right Reserved

- Cet. I – : Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia, 2023

; 14,8 x 21 cm

ISBN : 978-623-448-722-0

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang

Hak Cipta Pasal 72

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Pasal 72

Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling sedikit 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp.1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).

Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta terkait sebagai dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp.500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada kami sehingga kami berhasil menyelesaikan Buku dengan judul Buku Ajar MATAKULIAH FISIKA LINGKUNGAN sesuai yang ditargetkan.

Buku dengan judul Buku Ajar MATAKULIAH FISIKA LINGKUNGAN ini berisikan mulai dari konsep udara, serta kegunaan udara sampai dengan sumber-sumber radiasi, Kami menyadari bahwa Buku ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun selalu kami harapkan demi kesempurnaan buku ini.

Akhir kata, kami sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam penyusunan Buku ini dari awal sampai akhir. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa meridhoi segala usaha kita. Amin.

Desember 2023, Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI	II
BAB I PENDAHULUAN UDARA	1
A. Pengertian Udara	1
B. Pencemaran Udara	3
C. Kesimpulan	6
D. Evaluasi	7
BAB II UDARA DAN KEGUNAANNYA DALAM IPTEK	9
A. Udara Dan Kegunaannya Dalam Iptek	9
B. Pembangkit Listrik Tenaga Angin	11
C. Balon udara	11
D. Untuk keperluan komunikasi	13
E. Prinsip Kerja AC	13
F. Pemanfaatan Udara dalam Kapal Layang	14
G. OneCAT (Mobil bertenaga angin)	15
H. Cryo Energy (Menyimpan Energi Listrik menggunakan udara cair)	16
I. Mixwater (pengubah udara menjadi air)	17
J. Kesimpulan	17
K. Evaluasi	19
BAB III UDARA DAN PEMANFAATANYA DALAM KEHIDUPAN	20
A. Udara dan pemanfaatanya dalam kehidupan	20
B. Kesimpulan	28

C. Evaluasi	29
BAB IV RADIASI	31
A. Pengertian Radiasi	31
B. Besaran dan Satuan Radiasi	35
C. Radiasi Elektromagnetik Non-Pengion	37
D. Spektrum Gelombang Elektromagnetik	37
E. Cahaya Tampak	41
F. Gelombang Radio	42
G. Kesimpulan	68
H. Evaluasi	70
I. Kuis	71
BAB V SUMBER-SUMBER RADIASI LINGKUNGAN BAGI TUBUH MANUSIA	73
A. Radiasi Lingkungan Bagi Tubuh Manusia	73
B. Pengertian Radiasi	76
C. Sumber Radiasi yang Ada Disekitar Manusia radiasi	81
D. Jenis-jenis Radiasi	83
E. Kesimpulan	85
F. Evaluasi	86
BAB VI PROTEKSI TERHADAP SUMBER RADIASI	88
A. Proteksi Terhadap Sumber Radiasi	88
B. Pengertian Lain dari Radiasi	89
C. Manfaat Radiasi	99
D. Kesimpulan	100
E. Evaluasi	102
BAB VII PEMANTAUAN RADIASI LINGKUNGAN DAN PENGELOLAAN LIMBAH RADIOAKTIF	104
A. Pemantauan Radiasi Lingkungan	104
B. Pengelolaan Limbah Radioaktif	106
C. Kesimpulan	112
D. Evaluasi	113

BAB VIII BAGIAN DARI CUACA SERTA	
PENGUKURAN CUACA	115
A. Pengertian cuaca	115
B. Unsur Pembentuk Cuaca	115
C. Jenis-Jenis Cuaca	118
D. Fenomena Cuaca	119
E. Cuaca Ekstrim	120
F. Pengaruh Cuaca	121
G. Pengukuran cuaca	122
H. Kesimpulan	127
I. Evaluasi	129
BAB IX PRAKIRAAN DAN PERUBAHAN CUACA	131
A. Prakiraan dan perubahan cuaca	131
B. Cara Ahli Meteorologi Memprediksi Cuaca	132
C. Kesimpulan	135
D. Evaluasi	137
BAB X ENERGI MATAHARI DAN PEMANFAATNYA DALAM	
KEHIDUPAN	139
A. Manfaat Energi Panas Matahari Bagi Manusia	139
B. Manfaat Energi Tenaga Surya Bagi Kesehatan	140
C. Manfaat Energi Panas Matahari Bagi Hewan	144
D. Manfaat Energi Panas Matahari Bagi Tumbuhan	145
E. Kesimpulan	147
F. Evaluasi	149
BAB XI ALAT PENGUMPUL PANAS MATAHARI	151
A. Alat Pengumpul Panas Matahari	151
B. Panel Surya	152
C. Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya	152
D. Struktur Panel Surya dan Fungsinya	154
E. Kesimpulan	158
F. Evaluasi	160
BAB XII SIKLUS AIR DAN JENIS-JENIS SUMBER AIR	162

A.	Pengertian Siklus Air	162
B.	Kegunaan Air Bagi Makhluk Hidup	167
C.	Dampak Kegiatan Manusia Terhadap Siklus Air	170
D.	jenis-jenis sumber air	171
E.	Pengelompokan Air Tanah Menurut Letaknya	175
F.	Kesimpulan	179
G.	Evaluasi	181
BAB XIII PERSAMAAN KONTINUITAS		
DAN PENERAPANNYA		183
A.	Persamaan Kontinuitas	183
B.	Penerepan Persamaan Kontinuitas	184
C.	Pengertian Debit	185
D.	Penurunan Persamaan Kontinuitas	186
E.	Perbandingan Kecepatan Fluida dengan Luas dan Diameter Penampang	187
F.	Aplikasi persamaan kontinuitas dalam keseharian	188
G.	Kesimpulan	189
H.	Evaluasi	191
BAB XIV PEMBANGKIT HIDROELEKTRIK DAN PEMANFAATAN PANAS LAUT DALAM ENERGI LISTRIK		193
A.	Pengertian Pembangkit hidroelektrik	193
B.	Cara Kerja Energi Hidroelektrik	194
C.	Jenis Utama Pembangkit Listrik Hidroelektrik	195
D.	Keunggulan Energi Hidroelektrik	196
E.	Pemanfaatan panas laut dalam energi listrik	197
F.	Siklus Terbuka	198
G.	Siklus Tertutup	198
H.	Kesimpulan	198
I.	Evaluasi	200
BAB XV SUMBER LISTRIK AC DAN DC		202
A.	Pengertian Sumber Arus Listrik dan Jenis-Jenisnya	202
B.	Jenis Sumber Arus Listrik	202

C. Elemen Sumber Arus Listrik	203
D. Kesimpulan	206
E. Evaluasi	208
BAB XVI PEMANFAATAN LISTRIK AC DAN SISTEM	
INSTALASI LISTRIK RUMAH TANGGA	210
A. Pemanfaatan Listrik AC	210
B. Perumusan Arus Bolak-balik	213
C. Frekuensi Arus Bolak-Balik	215
D. Penerapan Praktis Arus Bolak-Balik	216
E. Bahaya Arus Bolak-Balik	219
F. Sistem Instalasi Listrik Rumah Tangga	221
G. Manfaat Instalasi Listrik	222
H. Cara dan Proses Instalasi listrik	224
I. Biaya Pemasangan instalasi listrik	226
J. Kesimpulan	226
K. Evaluasi	228
DAFTAR PUSTAKA	230

BAB I

PENDAHULUAN UDARA

A. Pengertian Udara

Udara dapat didefinisikan campuran berbagai gas yang tidak berwarna dan tidak berbau yang memenuhi ruang diatas permukaan bumi. Apabila dipanaskan, udara akan memuai. Udara yang telah memuai menjadi lebih ringan sehingga naik. Apabila hal ini terjadi tekanan udara turun karena udaranya berkurang. Udara dingin mengalir ketempat udara yang bertekanan udarah rendah lalu akan menyusut menjadi lebih berat dan turun ke tanah, diatas tanah udara menjadi panas dan naik kembali. Aliran naiknya udara panas dan turunya udara dingin ini dinamakan “konveksi”. Manusia serta makhluk hidup lainnya memerlukan udara untuk bernafas, walaupun memiliki perbedaan cara penggunaan organ penafasannya (paru-paru, insang, kulit, dan trakea).

Pada sumber lain disebutkan Udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi dan komponen campuran gas tersebut tidak selalu konstan (Fardiaz, 1992). Udara juga merupakan atmosfer yang berada di sekeliling bumi yang fungsinya sangat penting bagi kehidupan manusia di dunia ini. Dalam udara terdapat oksigen untuk bernafas, karbondioksida untuk proses fotosintesis oleh klorofil daun dan ozon untuk menahan sinar ultraviolet. Udara memiliki beberapa sifat, antara lain:

1. Udara ada dimana-mana
2. Udara mempunyai berat.
3. Udara mempunyai tekanan.
4. Udara berhembus dari tempat yang bertekanan tinggi ke tempat yang bertekanan rendah

5. Udara tidak berwarna dan tidak berbau.
6. Udara menempati ruang.
7. Udara merupakan bentuk gas.
8. Udara memuai bila dipanaskan.
9. Udara menyusut bila didinginkan.

Udara adalah campuran berbagai gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan selalu terdapat dimana-mana, sebagai salah satu komponen abiotik yang lebih dikenal dengan istilah “atmosfer”. Atmosfer adalah lingkungan udara yang meliputi planet bumi ini, secara imajiner dapat dibedakan menjadi tiga lapisan yaitu: troposfer, stratosfer, dan mesosfer. Lapisan ini terbentuk karena adanya interaksi antara sinar matahari, gaya tarik bumi, rotasi bumi dan permukaan bumi. Batasan atmosfer ini bervariasi tergantung dari iklim dan keadaan cuaca, setiap lapisan mempunyai karakteristik yang berbeda-beda.

Daerah troposfer ditandai oleh temperatur yang semakin rendah apabila ketinggian bertambah. Hal ini disebabkan oleh semakin jauhnya jarak dari permukaan bumi, sehingga panas yang diradiasikan bumi semakin berkurang. Selain itu kepadatan udara pun semakin rendah. Udara di dalam lapisan troposfer ini relatif tercampur dengan baik dan cepat (*rapid vertical mixing*) sehingga unsur kimia yang ada di dalamnya relatif homogen dengan syarat bahwa udara tidak tercemar.

Udara yang kita hirup terdiri dari 78% nitrogen, 21% oksigen, dan selebihnya adalah gas, bahan cair dan bahan padat yang halus. Udara bumi ini terletak dalam troposfer setebal 16 km dari permukaan bumi dan memberi udara kehidupan pada manusia. Dalam keadaan normal troposfer ini juga mampu menyerap bahan pencemar alami atau bahan pencemar buatan manusia (antropogenik).

Lapisan atmosfer diatas lapisan terendah (troposfer) dimulai dari ketinggian (16-50) km disebut stratosfer dimana lapisan ozon terletak di dalamnya. Sedangkan mesosfer adalah lapisan atmosfer yang letaknya di atas stratosfer dengan ketinggian (50-85) km dari troposfer.

Berdasarkan tempatnya, udara terdiri dari udara bebas dan udara tak bebas. Udara bebas adalah udara yang secara alamiah berada di sekitar kita. Sedangkan udara tak bebas adalah udara yang berada dalam ruangan atau bangunan, misalnya: perumahan, sekolah, rumah sakit, sumur, pertambangan, dan sebagainya.

Udara memiliki fungsi yang sangat penting dalam kehidupan. Bagi makhluk hidup udara diperlukan untuk suplai oksigen ke paru-paru dan diteruskan ke seluruh jaringan tubuh untuk kehidupan sel-sel jaringan tubuh manusia, untuk mendukung jalannya proses metabolisme, serta untuk mempertahankan suhu tubuh agar tetap dalam keadaan normal (37 °C) agar metabolisme dapat berjalan sempurna (Bahan Ajar Pencemaran Udara dan Kesehatan, 2006).

B. Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah adanya atau dimasukkannya zat atau bahan pencemar di udara dalam jumlah dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup, tumbuh-tumbuhan dan atau benda (Kamus Istilah Lingkungan 1994, hal. 135 dalam Bahan Ajar Pencemaran Udara dan Kesehatan, 2006).

1. Sumber Pencemar

Pencemaran udara dapat berasal dari proses alami, misalnya aktivitas vulkanik, kebakaran hutan, badai debu, pembusukan sampah tanaman, dan juga dari aktivitas

manusia seperti transportasi, buangan pabrik, pertambangan dan rumah tangga. Sumber polusi utama berasal dari transportasi dimana hampir 60% dari polutan yang dihasilkan terdiri dari karbon monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon. Sumber-sumber polusi lainnya adalah pembakaran, proses industri, pembuangan limbah, dan lain-lain (Fardiaz, 2003).

Pencemar udara primer adalah semua pencemar yang langsung dilepas oleh sumber dan belum mengalami perubahan. Pencemar udara primer mencakup sekitar 90% dari jumlah polutan udara seluruhnya. Pencemar primer dapat dibedakan menjadi lima kelompok yaitu karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), hidrokarbon (HC), sulfur oksida (SO_x), dan partikel. Sedangkan pencemar udara sekunder adalah pencemar udara primer yang mengalami perubahan diudara akibat reaksi fotokimia atau oksida katalis. Polutan yang paling berbahaya bagi kesehatan adalah partikel, diikuti berturut-turut oleh NO_x, SO_x, hidrokarbon, dan yang paling rendah toksisitasnya adalah karbon monoksida.

2. Mekanisme Pencemaran Udara

Pencemaran udara berawal dari berbagai jenis emisi alami dan antropogenik. Emisi ini didefinisikan sebagai pencemar primer, karena pencemar-pencemar golongan ini diemisikan langsung ke udara dari sumbernya (misalnya: SO₂, NO_x, CO, Pb, zat-zat organik dan partikel) yang pada dasarnya ditentukan oleh faktor-faktor meteorologi. Bersamaan dengan itu terjadi pula proses-proses transformasi fisik dan kimia yang mengubah pencemar primer menjadi unsur gas atau partikulat bentuk lain yang dikenal sebagai pencemar sekunder. Yang perlu diingat saat ini bahwa usaha

pengendalian diarahkan terhadap sumber pencemar (Bahan Ajar Pencemaran Udara dan Kesehatan, 2006).

Pada dasarnya kehadiran polutan di udara umumnya berasal dari aktivitas manusia. Dalam pemaparan polutan ke udara terdapat 3 komponen utama yang saling berinteraksi dan menentukan kelanjutannya untuk memenuhi kriteria sebagai pencemaran atau tidak, yaitu sumber emisi, atmosfer, dan reseptor (penerima). Proses selanjutnya suatu jenis kontaminan yang dilepas dari sumber emisi masuk ke atmosfer sebagai bahan pencemar. Bila kontaminan tersebut mempunyai waktu tinggal cukup lama dan tidak mengalami perubahan, kuantitas mempengaruhi NAB (nilai ambang batas) yang telah ditentukan oleh suatu daerah serta potensial mengganggu lingkungan, maka kontaminan tersebut baru dapat disebut sebagai *polutan* atau pencemar.

3. Pengaruh Pencemar terhadap Tubuh Manusia

1. Iritan

Dimana polutan dapat menimbulkan rangsangan sehingga terjadi proses peradangan terhadap mukosa sistem pernapasan.

2. Asphyxiant

Pencemar menghambat proses oksidasi di dalam jaringan. Umumnya asphyxiant terbagi dalam 2 golongan:

a. Simple Asphyxiant

Pencemar di dalam jaringan menimbulkan proses pengenceran terhadap kadar oksigen (O_2) sehingga oksigen yang dibutuhkan dalam darah untuk sel jaringan di bawah tekanan partikel. Contoh: gas CO (karbon monoksida).

b. Chemical Asphyxiant

Dimana pencemar bekerja secara kimia dengan menghambat oksigen darah dari paru-paru.

3. Sistemik toksik

Dimana pencemar dapat menimbulkan kerusakan jaringan (alat tubuh) adapun lokasi dan efeknya berbeda-beda tergantung pada sifat toksik pencemar tersebut. Contoh: Pb dengan organ targetnya adalah otak

4. Dampak Pencemaran Udara

Dalam bidang kesehatan, udara yang tercemar dapat menimbulkan insiden penyakit saluran pernapasan meningkat, seperti ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut), TBC, memperberat penderita penyakit jantung dan asma, meningkatkan kasus alergi bagi yang hipersensitif terhadap polutan tertentu, dan meningkatkan kasus kanker terutama kanker paru.

Dampak terhadap lingkungan juga cukup berat. Polusi udara menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan, perubahan iklim global, meningkatnya panas bumi, penipisan lapisan ozon di stratosfer dan hujan asam. Terjadinya perubahan iklim akan menimbulkan pola penyakit tak menentu pada masyarakat misalnya malaria, demam berdarah, diare, ISPA dan sebagainya. Begitu pula dengan panas bumi yang ditimbulkan oleh gas rumah kaca akan berdampak pada naiknya air laut, abrasi pantai dan naiknya intensitas badai serta produktivitas pangan menurun. Sedangkan penipisan ozon yang terjadi akibat polutan CFC di *stratosfer* akan meningkatkan kasus kanker kulit, katarak dan menurunnya daya imunitas dan hujan asam (Bahan Ajar Pencemaran Udara dan Kesehatan, 2006).

C. Kesimpulan

Udara adalah campuran gas yang terdiri dari sekitar 78% nitrogen, 21% oksigen, 0,93% argon, 0,04% karbon dioksida, dan sejumlah kecil gas lainnya seperti neon, helium,

methane, krypton, xenon, hidrogen, dan lainnya. Udara sangat penting untuk kehidupan karena mengandung oksigen yang diperlukan oleh banyak organisme untuk bernapas.

Bagian-bagian utama udara Nitrogen (N_2): Membentuk sekitar 78% dari udara. Nitrogen adalah gas inaktif yang diperlukan oleh tumbuhan untuk pertumbuhan, Oksigen (O_2): Membentuk sekitar 21% dari udara. Oksigen diperlukan oleh hampir semua bentuk kehidupan untuk melakukan respirasi, Argon (Ar): Membentuk sekitar 0,93% dari udara. Argon adalah gas inert yang tidak bereaksi secara aktif dengan zat lain, Karbon Dioksida (CO_2): Meskipun hanya membentuk sekitar 0,04% dari udara, karbon dioksida sangat penting untuk fotosintesis oleh tumbuhan, Gas lainnya: Ada sejumlah kecil gas lain, seperti neon, helium, methane, dan lainnya, meskipun jumlahnya sangat kecil dibandingkan dengan nitrogen dan oksigen.

Fungsi-fungsi utama udara adalah Pendukung kehidupan: Udara menyediakan oksigen yang diperlukan oleh manusia dan hewan untuk bernapas, Transportasi panas dan energi: Udara berperan dalam perpindahan panas dan energi di seluruh planet melalui proses konveksi dan konduksi, Fotosintesis: Tumbuhan menggunakan karbon dioksida dari udara untuk fotosintesis, menghasilkan oksigen sebagai hasil samping, Pelindung atmosfer: Udara membentuk lapisan atmosfer yang melindungi planet ini dari radiasi berbahaya dari matahari dan asteroid.

D. Evaluasi

1. Jelaskan Pengertian Udara Sesuai dengan Konsep Materi yang sudah dipelajari!
2. Jelaskan Bagian-bagian utama dari Udara!

3. Jelaskan Fungsi-fungsi utama udara dalam Kehidupan Sehari-hari!
4. Apa yang terjadi Jika Udara Tidak ada dalam suatu Tempat jelaskan!
5. Jelaskan Peranan Udara Bagi Makhluk hidup!

BAB II

UDARA DAN KEGUNAANNYA DALAM IPTEK

A. Udara Dan Kegunaannya Dalam Iptek

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, kebutuhan masyarakat terhadap energi semakin meningkat. Akhir-akhir ini para ilmuan mulai berusaha untuk mengembangkan teknologi baru dengan energi yang ramah lingkungan, salah satunya adalah dengan memanfaatkan energi udara. Udara memiliki peran yang sangat penting dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek). Berikut adalah beberapa kegunaan udara dalam konteks Iptek:

1. Transportasi

Udara digunakan sebagai medium untuk transportasi. Pesawat terbang, baik untuk penumpang maupun kargo, memanfaatkan sifat udara yang dapat mendukung penerbangan.

2. Ilmu Meteorologi

Udara adalah komponen utama dalam studi meteorologi. Sifat-sifat udara, seperti tekanan atmosfer, suhu, dan kelembaban, memainkan peran penting dalam pemahaman dan prediksi cuaca.

3. Astronomi

Udara memainkan peran dalam menentukan bagaimana kita melihat benda langit. Sifat optik udara mempengaruhi pengamatan astronomi, dan teleskop astronomi seringkali dilengkapi dengan perangkat untuk mengkompensasi efek buram atmosfer.