



Dinas Pendidikan Aceh



PELAJARAN MUATAN AL-QURAN

FISIKA

FASE E KELAS X

Disusun Oleh : Tim Pengembang Kurikulum

Jalan Tgk. H. Mohd Daud Beureueh Nomor 22 Banda Aceh Kode Pos 23121

Telepon (0651) 22620, Faks (0651) 32386

Website : disdikacehprov.go.id, Email : disdik@acehprov.go.id

Copyright © 2026 Dinas Pendidikan Aceh

DIPUBLIKASI OLEH TIM PENGEMBANG KURIKULUM

disdikacehprov.go.id

Catatan Lisensi & Penggunaan:

Suplemen materi bahan ajar ini dimaksudkan agar amanat Undang-Undang (UU) dan kekhlasan Aceh sebagaimana yang tertuang dalam **Peraturan Gubernur (Pergub) Nomor 7 Tahun 2022** dapat diintegrasikan secara optimal dalam proses pembelajaran oleh guru di setiap satuan pendidikan.

Cetakan Pertama, Juni 2026



Daftar Isi

Tim Penyusun	7
--------------------	---

Kata Pengantar	9
----------------------	---

I	Semester Satu	
1	Hakikat Fisika dan Metode Ilmiah	13
1.1	Hakikat Fisika	14
1.1.1	Fisika sebagai Produk	15
1.1.2	Fisika sebagai Proses	23
1.1.3	Fisika sebagai Sikap	25
1.2	Keselamatan Kerja di Laboratorium	30
1.3	Peran dan Manfaat Fisika dalam Kehidupan	32
1.4	Ruang Lingkup Fisika dan Pembagian Ilmu Fisika	34
1.5	Besaran Fisika	34
1.5.1	Besaran Pokok	35
1.5.2	Besaran Turunan	38
1.5.3	Dimensi Besaran Pokok	39
1.5.4	Radian dan Steradian	40
1.6	Alat Ukur Dasar	41
1.6.1	Nilai Skala Terkecil (NST)	41
1.6.2	Skala Nonius (SN)	41
1.6.3	Cara Membaca Skala Nonius dengan Sepuluh Garis	42

1.6.4	Parameter Alat Ukur	44
1.6.5	Ketidakpastian Pengukuran	45
1.6.6	Sumber-Sumber Ketidakpastian	45
1.6.7	Jenis-Jenis Ketidakpastian	46
1.6.8	Penyajian Hasil Pengukuran	47
1.6.9	Angka Penting	47
1.6.10	Aturan Operasi Matematika dengan Angka Penting	48

2 Energi Alternatif 53

2.1	Energi dalam Fisika	54
2.1.1	Klasifikasi Energi (Macam-macam Energi)	55
2.1.2	Energi Utama Bumi	57
2.2	Bentuk-bentuk Energi	60
2.2.1	Energi Kinetik	61
2.2.2	Energi Potensial	61
2.2.3	Energi Kalor	62
2.2.4	Energi Listrik	63
2.2.5	Hukum Konservasi Energi	64

II

Semester Dua

3 Pemanasan Global 69

3.1	Penyebab Pemanasan Global	70
3.2	Indikator Pemanasan Global	71
3.3	Mitigasi Pemanasan Global	75

4 Kinematika Gerak 81

4.1	Gerak bersifat relatif	82
4.2	Posisi dan Perpindahan	84
4.3	Kecepatan	87
4.4	Percepatan	88
4.5	Gerak dengan kecepatan tetap	89
4.5.1	Posisi benda yang bergerak dengan kecepatan tetap	89
4.6	Gerak dengan percepatan tetap	91
4.6.1	Gerak Lurus Berubah Beraturan	91
4.7	Memadu gerak	97
4.7.1	Persamaan Lintasan	97

Daftar Bacaan 101

Al-Qur'an Karim	101
Buku	101

Indeks	103
---------------------	------------



Tim Penyusun

Pembina: (Gubernur Aceh)

Penanggung Jawab: (Kepala Dinas Pendidikan Aceh)

Pengarah Utama: (Kepala Bidang Pembinaan SMA dan PKLK)

Pengarah:

Jhon Abdi, S.Pd., M.Pd	(Pengawas Dinas Pendidikan Aceh)
Zulbahri Nurdin, S.Pd., M.Ed	(Analisis Pengembang Kurikulum)
Luqmanulhakim, S.S	(Analisis Teknis Kebijakan)

Penyusun Modul:

Afriadi, S.Pd., M.Mat	(SMA Negeri 10 Fajar Harapan)
Herman	(SMA Negeri Modal Bangsa)

Editor Bahasa

Sabariah, S.Pd., M.Pd	(SMA Negeri 1 Leupung)
Najwa, S.PdI., M.HSc	(SMA Negeri 2 Banda Aceh)

Editor Konten

Mustafa, S.Ag	(SMA Negeri 10 Fajar Harapan)
Ahlul Fikri, S.PdI., M.Pd	(SMA Negeri 1 Kuta Baro)
Muhammad Yani, S.PdI., M.Ag	(SMA Negeri 1 Peukan Bada)

Reviewer

Dr. Suhrawardi Ilyas, M.Sc	Fakultas MIPA USK
----------------------------	-------------------



Kata Pengantar

Assalamu'alaikum wr wb

Segala puji hanya milik Allah SWT, Tuhan semesta alam. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta seluruh umatnya yang setia mengikuti ajaran Islam hingga akhir zaman. Alhamdulillah, dengan izin dan rahmat Allah SWT, buku suplemen "Integrasi Al-Qur'an dalam Mata Pelajaran MIPA" ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik.

Buku suplemen ini hadir sebagai bentuk upaya menyelaraskan antara ilmu pengetahuan dan nilai-nilai keislaman yang terkandung dalam Al-Qur'an, khususnya dalam bidang Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA). Penyusunan buku suplemen ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi guru dalam mengintegrasikan ayat-ayat Alquran dan mengaitkan dengan konten materi yang dipelajari peserta didik, sehingga peserta didik dapat melihat keterkaitan yang harmonis antara ayat-ayat kauniyah (alam semesta) dan ayat-ayat Qur'aniyah (wahyu Ilahi), sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna, integratif, dan membentuk karakter islami.

Kami sadar buku suplemen ini jauh dari kesempurnaan, saran dan masukan untuk perbaikan sangat kami harapkan. Akhir kata, semoga buku suplemen ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, khususnya dalam dunia pendidikan, dan menjadi bagian dari upaya mencerdaskan generasi muslim yang berilmu dan berakhlak mulia. Aamiin ya Rabbal 'alamin.

Banda Aceh, 2025
Kepala Dinas Pendidikan Aceh

MURTHALAMUDDIN, S.Pd., MSP
Pembina Tingkat 1
NIP. 19701130 199307 1 001



Semester Satu

1 Hakikat Fisika dan Metode Ilmiah 13

- 1.1 Hakikat Fisika
- 1.2 Keselamatan Kerja di Laboratorium
- 1.3 Peran dan Manfaat Fisika dalam Kehidupan
- 1.4 Ruang Lingkup Fisika dan Pembagian Ilmu Fisika
- 1.5 Besaran Fisika
- 1.6 Alat Ukur Dasar

2 Energi Alternatif 53

- 2.1 Energi dalam Fisika
- 2.2 Bentuk-bentuk Energi



1. Hakikat Fisika dan Metode Ilmiah

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, murid mampu:

- ✔ **Menghayati keagungan Allah Swt.** melalui keteraturan fenomena fisika yang mencerminkan kebijaksanaan dan kehendak-Nya.
- ✔ **Menjelaskan hakikat fisika** sebagai produk, proses, dan sikap ilmiah, serta memahami keterkaitannya dengan upaya manusia mengenal keteraturan alam ciptaan Allah
- ✔ **Mengidentifikasi dan menjelaskan besaran** dalam Sistem Internasional (SI) dengan benar berdasarkan hasil pengamatan atau eksperimen sederhana.
- ✔ **Melakukan kegiatan pengukuran** secara teliti dan bertanggung jawab, serta mencatat hasil pengamatan dengan jujur dan sistematis sesuai kaidah ilmiah.
- ✔ **Menunjukkan sikap ilmiah** seperti ketelitian, kejujuran, dan rasa ingin tahu dalam proses menemukan konsep fisika melalui kegiatan eksperimen.
- ✔ **Memahami bahwa hukum-hukum fisika merupakan manifestasi dari sunnatullah**, yaitu ketetapan Allah yang mengatur keteraturan dan keseimbangan alam semesta.

Cakupan Materi

.....

Hakikat Fisika
Keselamatan Kerja
Peran dan Manfaat Fisika
Besaran Fisika
Alat Ukur Dasar

Pengantar

Fisika dalam Perspektif Al-Qur'an

لَا
 إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi serta pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal,”
 (QS. Ali Imran [3]: 190)

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ
 وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

“(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia. Maha Suci Engkau. Lindungilah kami dari azab neraka.”
 (QS. Ali Imran [3]: 191)

Dua ayat ini secara gamblang menyatakan bahwa alam semesta bukan sekadar ciptaan yang indah, tetapi juga penuh makna dan pelajaran bagi mereka yang mau berpikir. Allah menyebut “orang-orang berakal” untuk mereka yang senantiasa merenungkan penciptaan langit, bumi, malam, dan siang yang merupakan objek-objek kajian yang justru menjadi inti dalam ilmu fisika.

Ilmu fisika mempelajari hukum-hukum alam yang Allah tetapkan, mulai dari gerak planet, gaya gravitasi, cahaya, gelombang, energi, hingga struktur atom dan kosmos. Dengan mempelajari fisika, seorang Muslim sedang membaca “ayat-ayat kauniyah” Allah, sebagaimana ia membaca ayat-ayat Al-Qur'an.

Merenungkan keteraturan alam semesta dan hukum-hukumnya bukanlah sesuatu yang terpisah dari spiritualitas. Sebaliknya, semakin dalam seseorang mempelajari fisika, semakin ia dapat melihat betapa sempurnanya ciptaan Allah, sehingga tergerak untuk mengucapkan, “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini dengan sia-sia.

Mempelajari fisika tidak hanya bertujuan memperoleh pengetahuan, tetapi juga merupakan bentuk penghambaan kepada Allah ketika dilakukan dengan niat yang benar. Seorang ilmuwan Muslim hendaknya berpikir dan berdzikir, menuntut ilmu bukan untuk kebanggaan diri, melainkan untuk menumbuhkan rasa tunduk dan kagum terhadap kebesaran Allah.

1.1 Hakikat Fisika

Fisika adalah ilmu yang lahir dari rasa ingin tahu manusia terhadap fenomena alam semesta, seperti mengapa benda jatuh ke bumi, bagaimana cahaya merambat, dan apa yang menyebabkan bumi berputar. Semua pertanyaan itu membawa manusia untuk berpikir, meneliti, dan menemukan hukum-hukum yang mengatur alam.

Rasa ingin tahu itu mendorong manusia untuk mencari penjelasan yang rasional dan terukur tentang berbagai peristiwa di alam. Dari proses pencarian inilah lahir ilmu fisika yang terus berkembang sebagai sarana untuk memahami keteraturan ciptaan Allah. Ditinjau dari hakikatnya, fisika mencakup tiga aspek utama, yaitu fisika sebagai produk, sebagai proses, dan sebagai sikap.



Gambar 1.1: Unta, langit, gunung, dan bumi sebagai ciptaan Allah SWT yang dapat dijadikan bahan renungan dalam memahami keteraturan dan hukum-hukum alam.

Sumber ilustrasi: *canva.com*

1.1.1 Fisika sebagai Produk

Fakta, konsep, hukum, teori, dan model dalam fisika adalah hasil dari pengamatan dan eksperimen terhadap alam semesta. Dalam Islam, manusia dianjurkan untuk memperhatikan dan merenungi ciptaan Allah.

قُلْ أَفَلَا يَنْظُرُونَ إِلَى الْإِبِلِ كَيْفَ خُلِقَتْ

“Tidakkah mereka memperhatikan unta, bagaimana ia diciptakan?”
(QS.Al-Ghasyiyah [88]: 17)

قُلْ وَإِلَى السَّمَاءِ كَيْفَ رُفِعَتْ

“Bagaimana langit ditinggikan?”
(QS.Al-Ghasyiyah [88]: 18)

قُلْ وَإِلَى الْجِبَالِ كَيْفَ نُصِبَتْ

“Bagaimana gunung-gunung ditegakkan?”
(QS.Al-Ghasyiyah [88]: 19)

قُلْ وَإِلَى الْأَرْضِ كَيْفَ سُطِحَتْ

“Bagaimana pula bumi dihamparkan? ”
(QS.Al-Ghasyiyah [88]: 20)

Ayat ke-17 sampai 20 dari Surah Al-Ghasyiyah mengajak manusia untuk menggunakan akal dan pancaindra dalam mengamati fenomena alam sebagai **bentuk ilmu (produk pengetahuan)**, seperti bagaimana unta diciptakan, langit ditinggikan, gunung ditegakkan, dan bumi dihamparkan. Ajakan ini menunjukkan pentingnya berpikir ilmiah terhadap ciptaan Allah sebagai bentuk ilmu, yaitu pengetahuan yang lahir dari pengamatan dan perenungan terhadap tanda-tanda kebesaran-Nya di alam semesta.

Sementara itu, ayat ke-164 dari Surah Al-Baqarah memberikan gambaran konkret tentang berbagai fenomena fisika yang terjadi di sekitar kita, mulai dari pergantian malam dan siang, hujan yang menumbuhkan bumi setelah kering, hingga peredaran angin dan awan di langit. Semua fenomena tersebut mencerminkan keteraturan dan hukum alam yang dapat dikaji melalui ilmu pengetahuan.

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ ^ط وَتَصْرِيفِ الرِّيْحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

“Sesungguhnya pada penciptaan langit dan bumi, pergantian malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut dengan (muatan) yang bermanfaat bagi manusia, apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengannya Dia menghidupkan bumi setelah mati (kering), dan Dia menebarkan di dalamnya semua jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi, (semua itu) sungguh merupakan tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang mengerti.”
(QS.Al-Baqarah [2]: 164)

Dengan demikian, kedua ayat ini saling melengkapi: Al-Ghasyiyah menekankan pentingnya mengamati dan berpikir tentang fenomena alam sebagai bentuk pencarian ilmu, sedangkan Al-Baqarah menampilkan contoh nyata dari fenomena alam yang bisa diteliti untuk memahami hukum-hukum fisika yang mengatur alam semesta. Keduanya menegaskan bahwa mempelajari alam bukan hanya kegiatan ilmiah, tetapi juga bentuk penghambaan dan pengenalan terhadap kebesaran Allah SWT.

a. Fakta

Fakta adalah hasil pengamatan yang nyata dan dapat dibuktikan secara langsung.
contoh:

- Air mendidih pada suhu 100 °C di tekanan 1 atm.
- Benda jatuh ke bawah karena adanya gaya gravitasi bumi.



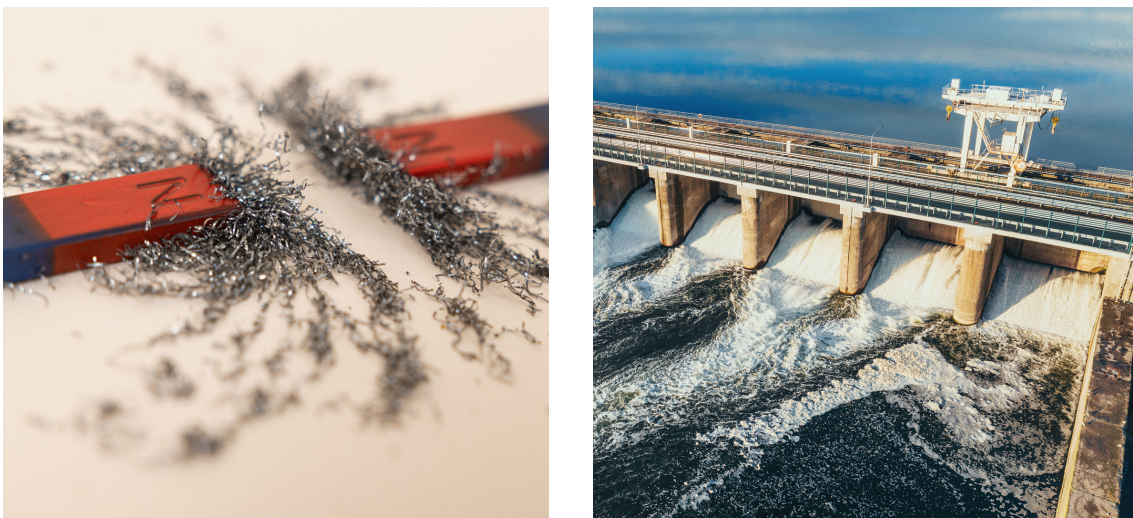
Gambar 1.2: Air mendidih dan Gerak benda jatuh
Sumber ilustrasi: canva.com

b. Konsep

Konsep adalah gagasan dasar yang menjelaskan fenomena alam.

contoh:

- Gaya adalah tarikan atau dorongan yang dapat mengubah keadaan suatu benda.
- Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha (kerja).



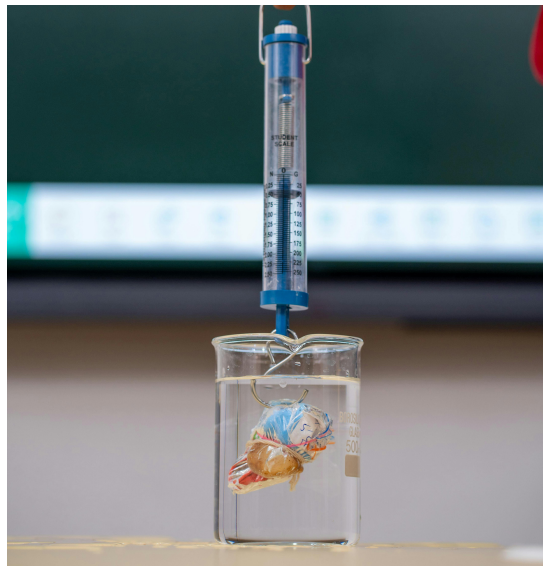
Gambar 1.3: Gaya magnetik dan Bendungan
Sumber ilustrasi: canva.com

c. Prinsip

Prinsip adalah aturan umum yang menjadi dasar dalam menjelaskan berbagai peristiwa fisika.

contoh:

- Prinsip Archimedes: benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya ke dalam fluida akan mengalami gaya ke atas sebesar berat fluida yang dipindahkan.
- Prinsip Ekuipartisi Energi: Dalam keadaan kesetimbangan termal, energi total suatu sistem gas ideal terbagi rata ke setiap derajat kebebasan partikel.



Gambar 1.4: Prinsip Archimedes

Sumber ilustrasi: canva.com

d. Hukum

Hukum adalah hubungan tetap antara besaran-besaran fisika yang diperoleh melalui pengamatan dan eksperimen.

contoh :

- Hukum Kekekalan Momentum Linear: Jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem, maka momentum total sistem tetap konstan.
- Hukum Pascal: Tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan sama besar ke segala arah.



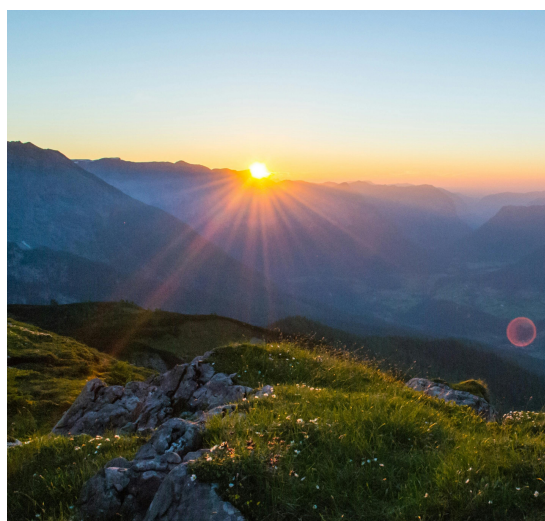
Gambar 1.5: Hidrolik
Sumber ilustrasi: canva.com

e. Teori

Teori adalah penjelasan menyeluruh yang menggabungkan hukum-hukum dan konsep-konsep untuk menjelaskan fenomena alam secara luas.

contoh :

- Teori Kinetik Gas: menjelaskan perilaku gas berdasarkan gerakan partikel-partikel penyusunnya.
- Teori Elektromagnetik Maxwell: Menjelaskan bahwa listrik dan magnet bukan dua hal terpisah, tetapi merupakan fenomena yang saling berhubungan dan dijelaskan dalam satu kesatuan yaitu medan elektromagnetik.



Gambar 1.6: Cahaya matahari
Sumber ilustrasi: canva.com

f. Model

Model adalah penyederhanaan dari sistem nyata untuk membantu memahami fenomena yang kompleks.

contoh :

- Model Atom Bohr: Menggambarkan elektron mengorbit inti atom pada lintasan tertentu.
- Model Alam Semesta Mengembang (Model Big Bang): Menyatakan bahwa alam semesta berasal dari satu titik sangat padat dan panas, kemudian mengembang hingga sekarang.



Gambar 1.7: Jagat raya
Sumber ilustrasi: canva.com

g. Rumus

Rumus adalah bentuk matematis dari hukum atau konsep fisika yang digunakan untuk perhitungan kuantitatif.

contoh :

- Rumus gerak lurus: $v = v_0 + at$
- Rumus energi potensial gravitasi: $EP = mgh$



Gambar 1.8: Jagat raya
Sumber ilustrasi: canva.com

Aktivitas 1.1

“Menemukan Fisika dalam Kehidupan Sehari-hari”

Tujuan:

Murid mampu mengenali bahwa fisika terdiri dari berbagai produk ilmiah (fakta, konsep, prinsip, hukum, teori, model, dan rumus) melalui pengamatan dan analisis sederhana.

Langkah-Langkah Aktivitas:

1. Observasi Fakta (Fakta Fisika)

- Amati fenomena di sekitar sekolah, misalnya: benda jatuh, air mendidih, atau bayangan di cermin.
- Catat dua fenomena yang dapat dijelaskan secara fisika.
- Jelaskan apa fakta yang dapat diamati secara langsung.

2. Menentukan Konsep Fisika yang Terlibat

- Dari fenomena yang diamati, identifikasi konsep yang terkait (misalnya gaya, energi, tekanan, suhu).
- Diskusikan dalam kelompok makna konsep tersebut.

3. Menemukan Prinsip atau Hukum Fisika

- Gunakan hasil observasi untuk menurunkan prinsip atau hukum yang menjelaskan fenomena tersebut.
- Murid dapat menggunakan alat sederhana, misalnya penggaris, stopwatch, dan benda kecil untuk percobaan.

4. Menghubungkan dengan Teori dan Model Fisika

- Diskusikan teori atau model yang mendukung hukum tersebut.
- Gunakan ilustrasi atau simulasi (misalnya PhET atau gambar atom) untuk menjelaskan modelnya.

5. Menuliskan Rumus dan Melakukan Perhitungan

- Gunakan data hasil pengamatan untuk menghitung besaran fisika yang relevan.

6. Refleksi dan Diskusi

- Murid menyimpulkan bahwa fisika sebagai produk ilmiah terdiri atas berbagai bentuk pengetahuan yang saling berkaitan.
- Guru menekankan bahwa setiap hukum dan rumus fisika berawal dari observasi terhadap fakta nyata.

1.1.2 Fisika sebagai Proses

Fisika tidak hanya dipahami sebagai kumpulan konsep, hukum, atau rumus, tetapi juga sebagai proses ilmiah untuk memahami alam. Artinya, fisika melibatkan cara berpikir dan bekerja ilmiah dalam menemukan, menguji, dan menjelaskan fenomena alam. Dalam upaya memahami keteraturan alam semesta, para fisikawan menerapkan metode ilmiah sebagai cara berpikir yang sistematis dan rasional untuk memperoleh pengetahuan yang dapat diuji. Proses ini diawali dengan pengamatan (observasi) terhadap fenomena alam yang menimbulkan rasa ingin tahu. Dari pengamatan tersebut lahirlah tahap penting berupa identifikasi masalah, yaitu upaya mengenali dan merumuskan pertanyaan ilmiah tentang sebab dan mekanisme suatu peristiwa. Selanjutnya, disusun hipotesis atau dugaan sementara yang kemudian diuji melalui eksperimen dan pengumpulan data. Data yang diperoleh dianalisis dalam tahap interpretasi ilmiah, hingga akhirnya ditarik kesimpulan yang memperkuat atau memperbarui pemahaman manusia terhadap hukum-hukum alam.

Pendekatan sistematis ini memiliki keselarasan makna dengan Surah Al-Ankabut ayat 20, di mana Allah memerintahkan manusia untuk berjalan di muka bumi dan memperhatikan bagaimana Dia memulai penciptaan. Seruan tersebut bukan hanya bernilai spiritual, tetapi juga mengandung dorongan ilmiah agar manusia berpikir kritis, meneliti, dan memahami keteraturan ciptaan-Nya.

قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ بَدَأَ الْخَلْقَ ثُمَّ اللَّهُ يُنشِئُ النَّشْأَةَ الْآخِرَةَ
إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ

“Katakanlah, Berjalanlah di (muka) bumi, lalu perhatikanlah bagaimana Allah memulai penciptaan (semua makhluk). Kemudian, Allah membuat kejadian yang akhir (setelah mati di akhirat kelak). Sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu.”
(QS.Al-Ankabut [29]: 20)

Surah Al-Ankabut ayat 20 menggambarkan landasan filosofis metode ilmiah dalam Islam, sekaligus menjadi dasar etika dan epistemologi ilmiah yang menegaskan bahwa meneliti alam bukan sekadar kegiatan akademik, melainkan juga bentuk ibadah dan pengakuan atas kebesaran Sang Pencipta. Perintah Allah untuk “berjalan di muka bumi dan memperhatikan bagaimana Allah memulai penciptaan” tidak hanya bernilai spiritual, tetapi juga merupakan dorongan untuk berpikir kritis, meneliti, dan mengkaji proses-proses alam secara ilmiah. Ayat ini bahkan memiliki keterkaitan yang kuat dengan tahapan metode ilmiah, mencakup proses observasi, eksperimen, dan analisis fenomena alam sebagai cara manusia memahami keteraturan ciptaan Allah.

Pandangan ini tidak berdiri sendiri, melainkan memperoleh penguatan dari ayat-ayat lain dalam Al-Qur'an yang juga mendorong manusia untuk menggunakan akal dan pengamatan dalam memahami ciptaan Allah. Salah satu di antaranya adalah Surah Yunus ayat ke-101, yang memperluas makna ajakan untuk meneliti alam semesta.

قُلْ انظُرُوا مَاذَا فِي السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَمَا تُغْنِي الْآيَاتُ وَالنُّذُرُ عَنْ قَوْمٍ لَا يُؤْمِنُونَ

“Katakanlah (Nabi Muhammad), “Perhatikanlah apa saja yang ada di langit dan di bumi!” Tidaklah berguna tanda-tanda (kebesaran Allah) dan peringatan-peringatan itu (untuk menghindarkan azab Allah) dari kaum yang tidak beriman.”
(QS.Yunus [10]: 101)

Keterkaitan dengan Surah Yunus ayat 101 memperkuat makna ilmiah dari Surah Al-Ankabut ayat 20. Jika Al-Ankabut menekankan pencarian asal-usul dan proses penciptaan, maka Yunus mengajak manusia memperhatikan seluruh fenomena di langit dan di bumi. Keduanya menegaskan bahwa pengamatan empiris dan penalaran rasional merupakan bagian dari ibadah intelektual; dimana penelitian ilmiah tidak hanya mengungkap hukum alam, tetapi juga menumbuhkan kesadaran spiritual terhadap kebesaran Allah.

Metode Ilmiah

Metode ilmiah adalah cara sistematis yang digunakan untuk memperoleh pengetahuan melalui langkah-langkah yang teratur, logis, dan dapat diuji kebenarannya.

A. Unsur-Unsur Metode Ilmiah

Unsur metode ilmiah merupakan komponen utama yang membentuk kegiatan ilmiah, yaitu:

- **Observasi (Pengamatan):** mengamati fenomena alam dengan pancaindra atau alat bantu.
- **Perumusan Masalah:** menyusun pertanyaan yang akan dijawab secara ilmiah.
- **Hipotesis:** dugaan sementara yang menjelaskan fenomena tersebut.
- **Eksperimen atau Penelitian:** kegiatan untuk menguji hipotesis dengan data nyata.
- **Pengumpulan dan Analisis Data:** mencatat hasil pengamatan, lalu menganalisisnya untuk menemukan pola atau hubungan.
- **Kesimpulan:** pernyataan akhir yang menjawab masalah berdasarkan bukti.
- **Evaluasi:** menilai hasil penelitian dan memperbaiki jika ditemukan kekeliruan.

B. Kriteria Metode Ilmiah

Agar suatu penelitian disebut ilmiah, harus memenuhi beberapa kriteria berikut:

- **Empiris:** didasarkan pada pengamatan dan fakta nyata.
- **Objektif:** hasilnya tidak dipengaruhi oleh pendapat pribadi.
- **Sistematis:** dilakukan secara teratur dan logis.
- **Verifikatif:** dapat diuji ulang oleh peneliti lain.
- **Replikatif:** hasilnya bisa diulang dengan cara yang sama.
- **Kumulatif:** hasil penelitian menjadi dasar bagi penelitian berikutnya.
- **Prediktif:** mampu menjelaskan dan memperkirakan fenomena baru.

C. Karakteristik Metode Ilmiah

Metode ilmiah memiliki ciri khas yang membedakannya dari cara berpikir biasa, yaitu:

- Berorientasi pada kebenaran yang dapat dibuktikan.
- Menggunakan logika dan data, bukan dugaan.
- Dapat diuji dan dikoreksi oleh orang lain.
- Terbuka terhadap perubahan berdasarkan temuan baru.
- Menuntut kejujuran, ketelitian, dan tanggung jawab ilmiah.

D. Langkah-langkah Metode Ilmiah

Metode ilmiah menjadi dasar dalam kegiatan ilmiah, untuk memastikan bahwa hasil penelitian objektif, dapat dibuktikan, dan bebas dari pendapat pribadi.

Secara umum, langkah-langkah metode ilmiah meliputi:

- **Mengamati (Observasi):** mengenali dan mencatat fenomena alam yang menarik perhatian.
- **Merumuskan masalah:** menyusun pertanyaan ilmiah dari hasil pengamatan.
- **Menyusun hipotesis:** membuat dugaan sementara yang dapat diuji melalui percobaan.
- **Melakukan eksperimen:** menguji hipotesis dengan percobaan yang terkontrol.
- **Menganalisis data:** mengolah hasil pengamatan untuk menemukan pola atau hubungan.
- **Menarik kesimpulan:** menilai apakah hipotesis terbukti atau perlu diperbaiki.
- **Mengomunikasikan hasil:** menyampaikan temuan agar dapat dikaji dan digunakan oleh orang lain.

Dalam perspektif Islam, metode ilmiah sejalan dengan perintah Allah untuk berpikir dan meneliti secara rasional dan hati-hati, sebagaimana firman-Nya:

وَلَا تَقْفُ مَا لَيْسَ لَكَ بِهِ عِلْمٌ إِنَّ السَّمْعَ وَالْبَصَرَ وَالْفُؤَادَ كُلُّ أُولَٰئِكَ كَانَ عَنْهُ
مَسْئُولًا

“Janganlah engkau mengikuti sesuatu yang tidak kauketahui. Sesungguhnya pendengaran, penglihatan, dan hati nurani, semua itu akan diminta pertanggungjawabannya.”
(QS.Al-Isrā’ [17]: 36)

Artinya, setiap pengetahuan yang benar harus didasarkan pada bukti dan pengamatan, bukan pada dugaan atau prasangka.

1.1.3 Fisika sebagai Sikap

Selain sebagai produk dan proses, fisika juga merupakan sikap. Artinya, kegiatan ilmiah dalam fisika tidak hanya menghasilkan hukum dan teori, tetapi juga membentuk cara berpikir dan kepribadian ilmiah yang mencerminkan nilai-nilai kejujuran, ketekunan, dan rasa ingin tahu terhadap kebenaran.

Sikap ilmiah menjadi landasan moral bagi seorang ilmuwan agar pengetahuan yang dihasilkan bukan sekadar benar secara logika, tetapi juga bermanfaat dan bernilai etika.

Fisika sebagai sikap berarti memandang fisika sebagai sarana untuk menumbuhkan cara berpikir ilmiah dan karakter positif dalam diri seseorang.

Seseorang yang memiliki sikap ilmiah tidak hanya memahami hukum alam, tetapi juga menghargai proses penemuan, terbuka terhadap pendapat baru, dan selalu mencari kebenaran berdasarkan bukti.

Dalam pandangan Islam, sikap ilmiah sejalan dengan nilai-nilai keimanan, karena Allah memerintahkan manusia untuk menggunakan akal dan memperhatikan tanda-tanda kekuasaan-Nya di alam semesta:

لَا

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi serta pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal,”
(QS. Ali ‘Imran [3]: 190)

Ayat ini menunjukkan bahwa orang yang berakal akan bersikap teliti, berpikir mendalam, dan tidak tergesa-gesa dalam menarik kesimpulan — sifat utama dalam sikap ilmiah. Berikut beberapa sikap ilmiah yang berkembang dalam mempelajari fisika:

- **Rasa ingin tahu:** Selalu bertanya dan mencari tahu tentang fenomena alam yang belum dipahami. “Mengapa pelangi terbentuk?” “Mengapa benda jatuh ke bawah?”
- **Jujur terhadap data dan hasil percobaan:** Tidak mengubah hasil pengamatan agar sesuai harapan. Ini sejalan dengan perintah Allah: “Dan janganlah kamu kurangi takaran dan timbangan.” (QS. Al-An‘ām [6]: 152)
- **Teliti dan Cermat:** Memastikan setiap pengukuran dan perhitungan dilakukan dengan tepat.
- **Terbuka dan Objektif:** Mau menerima pendapat baru berdasarkan bukti, meskipun berbeda dengan pandangan sebelumnya.
- **Kritis dan Tidak mudah puas:** Selalu mengevaluasi hasil, mencari penyebab, dan memperbaiki kesalahan yang ditemukan.
- **Tanggung jawab dan Bekerjasama:** Menyadari bahwa ilmu diperoleh melalui kerja kolektif dan harus digunakan untuk kemaslahatan manusia.



Latihan 1 :

Berpikir Kritis

1. Bacalah QS. Al-Mulk [67]: 3. Apa makna ayat ini bagi seorang ilmuwan dalam menjaga ketelitian dan kejujuran ilmiah?
2. Seorang siswa melakukan percobaan tetapi hasilnya tidak sesuai dengan teori. Ia tergoda untuk mengubah data agar terlihat benar. Apa yang seharusnya ia lakukan jika memiliki sikap ilmiah?
3. Bagaimana hubungan antara sikap ilmiah dan tanggung jawab moral terhadap kebenaran?

Aktivitas 1.2

“Mengapa Air Dapat Menguap Lebih Cepat?”

A. Landasan Nilai Islam:

Al-‘Ankabūt (29): 20 dan Yūnus (10): 101

B. Tujuan:

Setelah kegiatan ini, peserta didik diharapkan mampu:

Langkah-Langkah Aktivitas:

1. Melakukan penyelidikan ilmiah untuk menemukan hubungan antara luas permukaan dan laju penguapan air.
2. Menunjukkan tahapan metode ilmiah melalui kegiatan observasi, identifikasi masalah, perumusan hipotesis, eksperimen, dan analisis data.
3. Mengaitkan hasil percobaan dengan nilai-nilai spiritual dalam ayat Al-Qur’an.

C. Petunjuk Umum:

Setelah kegiatan ini, peserta didik diharapkan mampu:

- Baca dan pahami langkah kegiatan dengan saksama.
- Diskusikan setiap pertanyaan bersama kelompokmu.
- Lakukan eksperimen secara hati-hati dan catat hasil pengamatan dengan teliti.
- Akhiri kegiatan dengan refleksi ilmiah dan spiritual.

D. Tahapan Inkuiri Ilmiah:

1. Observasi dan Stimulasi

Perhatikan dua wadah berisi air — satu lebar dan satu sempit. Setelah beberapa waktu, terlihat bahwa salah satu wadah air berkurang lebih cepat. *Pertanyaan pemandu:*

- Apa yang kamu amati?
- Menurutmu, faktor apa yang menyebabkan perbedaan tersebut?

Jawaban:

.....

.....

.....

2. Identifikasi Masalah

Tuliskan pernyataan masalah berdasarkan pengamatanmu.

 Rumusan Masalah:

.....

.....

.....

3. Perumusan Hipotesis

Tulislah pernyataan masalah berdasarkan pengamatanmu.

 Hipotesis:

.....

.....

.....

4. Perencanaan dan Pelaksanaan Eksperimen

Alat dan Bahan:

- 3 wadah dengan luas permukaan berbeda (gelas, mangkuk, piring)
- Air dengan volume sama
- Gelas ukur / spidol penanda
- Stopwatch / jam
- Buku catatan

Langkah Kerja:

1. Isi ketiga wadah dengan volume air yang sama.
2. Letakkan di tempat yang sama dan terpapar udara.
3. Amati perubahan volume setiap 15 menit selama 1 jam.
4. Catat hasil pengamatan dalam tabel berikut.

Tabel 1.1. Hasil Pengamatan

No.	Jenis wadah	Luas Permukaan (Perkiraan)	Volume awal (mL)	Volume akhir (mL)	Waktu (menit)	Catatan
1.						
2.						
3.						

5. Analisis Data

- Buat grafik hubungan antara luas permukaan dan volume air yang menguap.
- Tulislah kesimpulan berdasarkan data tersebut.

** Kesimpulan ilmiah:**

.....

.....

.....

6. Refleksi dan Integrasi Nilai Islam

Renungkan hasil percobaanmu berdasarkan ayat Al-Ankabut:20 dan Yunus:101.

Pertanyaan Reflektif:

1. Apa makna keteraturan penguapan air ini terhadap kebesaran Allah?
2. Bagaimana metode ilmiah membantumu memahami ayat-ayat kauniyah (tanda-tanda Allah di alam)?

** Refleksi Pribadi:**

.....

.....

.....

1.2 Keselamatan Kerja di Laboratorium

Bekerja di laboratorium menuntut ketelitian, tanggung jawab, dan disiplin tinggi. Laboratorium bukan hanya tempat untuk bereksperimen, tetapi juga ruang belajar yang penuh potensi bahaya jika digunakan tanpa aturan. Oleh karena itu, keselamatan kerja menjadi prinsip utama setiap kegiatan ilmiah.

Keselamatan kerja di laboratorium dimulai dari sikap ilmiah: hati-hati, cermat, dan taat pada prosedur. Sebelum melakukan percobaan, murid wajib memahami petunjuk kerja dan mengenali alat serta bahan yang digunakan. Penggunaan alat pelindung diri (APD) seperti jas laboratorium, sarung tangan, dan kacamata pelindung merupakan langkah awal untuk mencegah kecelakaan.

Selama bekerja, murid harus menjaga kebersihan dan ketertiban meja kerja, tidak makan atau minum di laboratorium, serta menghindari kontak langsung dengan bahan kimia atau benda panas. Setiap percobaan harus dilakukan sesuai instruksi guru, dan murid tidak diperkenankan mencampur bahan tanpa pengetahuan yang jelas tentang reaksi yang mungkin terjadi.

Jika terjadi tumpahan atau kecelakaan kecil, laporkan segera kepada guru dan jangan bertindak sendiri tanpa bimbingan. Setelah kegiatan selesai, alat harus dibersihkan, bahan dikembalikan ke tempat semula, dan tangan dicuci bersih. Laboratorium harus ditinggalkan dalam keadaan aman dan rapi.

Lebih dari sekadar aturan, keselamatan kerja mencerminkan etika ilmiah yang menuntut seseorang untuk menghargai diri sendiri, orang lain, dan lingkungan. Dalam pandangan Islam, sikap berhati-hati dalam bekerja di laboratorium juga merupakan wujud amanah dan tanggung jawab terhadap ilmu yang dipelajari. Dengan demikian, keselamatan kerja bukan hanya syarat teknis, tetapi juga bagian dari akhlak ilmiah yang mulia.

Menjaga keselamatan di laboratorium adalah bagian dari akhlak ilmiah yang diajarkan dalam Islam. Seperti perintah Allah dalam Surah Al-An'am ayat 141, manusia dilarang bertindak berlebih-lebihan dan harus menjaga keseimbangan. Begitu pula di laboratorium, sikap berhati-hati dan tanggung jawab merupakan bentuk syukur atas nikmat ilmu dan keselamatan.

Tabel 1.2. Panduan Keselamatan Kerja di Laboratorium

No.	Aspek	Kewajiban Murid	Larangan
1.	Sebelum Praktikum	• Membaca dan memahami petunjuk kerja. • Mengenakan jas laboratorium, kacamata pelindung, dan sarung tangan jika perlu. • Menyiapkan alat dan bahan sesuai instruksi guru.	• Masuk laboratorium tanpa izin guru. • Membawa makanan, minuman, atau benda pribadi yang tidak diperlukan. • Bercanda atau bermain-main di area kerja.
2.	Selama Praktikum	• Menggunakan alat sesuai fungsinya. • Mengamati dengan hati-hati dan mencatat hasil dengan teliti. • Menjaga kebersihan meja kerja.	• Mencampur bahan kimia tanpa izin atau pengetahuan yang cukup. • Menyentuh bahan panas, listrik, atau bahan kimia tanpa alat bantu. • Meninggalkan percobaan tanpa pengawasan.
3.	Setelah Praktikum	• Membersihkan dan mengembalikan alat ke tempat semula. • Membuang limbah sesuai aturan. • Mencuci tangan hingga bersih dan memastikan area kerja aman.	• Meninggalkan alat dalam keadaan kotor atau rusak. • Keluar tanpa melapor hasil kerja kepada guru. • Mengabaikan petunjuk pembersihan bahan sisa.

1.3 Peran dan Manfaat Fisika dalam Kehidupan

Fisika berperan sebagai ilmu dasar yang menjelaskan berbagai gejala alam, mulai dari skala atomik hingga skala astronomis. Melalui fisika, manusia dapat memahami hukum-hukum alam yang mengatur setiap aspek kehidupan, dari perilaku partikel terkecil hingga dinamika alam semesta. Pengetahuan ini memungkinkan manusia mengembangkan teknologi yang mempermudah kehidupan sekaligus menumbuhkan rasa kagum terhadap keteraturan ciptaan Allah.

Fisika menjadi fondasi bagi perkembangan ilmu lain, seperti kimia, biologi, kedokteran, teknik, hingga astronomi. Dengan memahami prinsip fisika, manusia mampu mengendalikan dan memanfaatkan alam secara bijak.

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal.” (QS. Ali ‘Imran [3]: 190). Ayat ini menunjukkan bahwa mempelajari fenomena alam, termasuk melalui fisika, adalah bentuk tadabbur terhadap ciptaan Allah SWT.

Kemajuan sains dan teknologi saat ini, termasuk teknologi kecerdasan buatan (AI), tidak terlepas dari peran fisika sebagai dasar dalam pengembangan perangkat keras, sistem elektronika, dan pemrosesan data yang efisien.

Berikut beberapa peran dan manfaat fisika dalam kehidupan sehari-hari:

Teknologi dan Energi

Fisika menjadi dasar dalam perancangan mesin, kendaraan, pembangkit listrik, dan sistem transportasi modern.

Konsep listrik, magnet, mekanika, serta termodinamika digunakan untuk mengubah dan mengatur energi.



Gambar 1.9: Teknologi dan Energi
Sumber ilustrasi: canva.com

Komunikasi dan Elektronika

Gelombang elektromagnetik, yang menjadi dasar berbagai alat komunikasi seperti radio, televisi, satelit, dan ponsel, dipelajari dalam fisika.



Gambar 1.10: Komunikasi dan Elektronika
Sumber ilustrasi: canva.com

Lingkungan dan Energi Terbarukan

Fisika membantu mengembangkan energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan air. Teknologi berbasis fisika juga digunakan untuk mengurangi polusi dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam.

Kesehatan dan Medis

Teknologi sinar-X, MRI, USG, dan laser merupakan hasil penerapan konsep-konsep fisika dalam bidang kedokteran. Melalui teknologi ini, dokter dapat melakukan diagnosis dan perawatan dengan lebih akurat, menunjukkan bahwa ilmu fisika berperan penting dalam menjaga kehidupan manusia.



Gambar 1.11: Kesehatan dan Medis *Sumber ilustrasi: canva.com*

Nilai spiritual

Segala pengetahuan dan kemampuan manusia dalam mengembangkan teknologi berasal dari Allah SWT: fisika membantu kita memahami sunnatullah, yaitu hukum-hukum Allah yang mengatur alam semesta. “Dan Dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya.” (QS. Al-‘Alaq [96]: 5)

Dengan mempelajari fisika, manusia tidak hanya menambah wawasan, tetapi juga menumbuhkan rasa syukur atas kebijaksanaan Allah yang menciptakan alam dengan keteraturan yang sempurna.

1.4 Ruang Lingkup Fisika dan Pembagian Ilmu Fisika

Fisika merupakan ilmu dasar yang mempelajari sifat, struktur, serta interaksi antara materi dan energi di alam semesta. Ruang lingkup kajiannya sangat luas, mencakup berbagai fenomena yang terjadi pada skala atomik hingga astronomis, mulai dari perilaku partikel penyusun materi yang sangat kecil hingga pergerakan planet, bintang, dan galaksi di jagat raya. Melalui fisika, manusia berusaha memahami hukum-hukum alam yang mengatur keteraturan ciptaan Allah SWT. Pemahaman tersebut menjadi dasar bagi perkembangan teknologi modern yang memudahkan dan meningkatkan kualitas kehidupan manusia.

Secara umum, fisika dibagi menjadi dua kelompok besar: fisika klasik dan fisika modern.

- **Fisika klasik** membahas gejala alam yang dapat diamati secara langsung dengan pancaindra dan berlaku pada kecepatan serta energi yang relatif kecil. Contohnya mencakup mekanika, termodinamika, gelombang dan bunyi, serta optika. Fisika klasik menjelaskan banyak fenomena sehari-hari, seperti gerak benda, aliran panas, atau pembiasan cahaya.
- **Fisika Modern** muncul pada abad ke-20 ketika ilmuwan mulai meneliti fenomena pada tingkat atom dan subatom, serta kecepatan mendekati kecepatan cahaya. Cabang-cabangnya antara lain fisika kuantum, fisika nuklir, relativitas, dan fisika partikel. Fisika modern menjelaskan perilaku materi dan energi yang tidak dapat dijelaskan oleh hukum-hukum klasik.

Selain itu, perkembangan fisika juga melahirkan berbagai cabang terapan, seperti **elektronika**, **fisika medis**, **astrofisika**, **geofisika**, dan **fisika lingkungan**. Setiap cabang tersebut menunjukkan bahwa fisika bukan hanya kumpulan teori, melainkan ilmu yang dinamis, terus berkembang, dan memberikan manfaat nyata bagi kehidupan manusia.

1.5 Besaran Fisika

Dalam fisika, istilah besaran merujuk pada segala sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dengan angka serta satuan. Melalui besaran, gejala fisika dapat dinyatakan secara kuantitatif sehingga hubungan antarfenomena alam dapat dianalisis dengan hukum dan persamaan yang pasti.

Klasifikasi Besaran

Secara umum, besaran dapat diklasifikasikan berdasarkan dua sudut pandang utama, yaitu hakikat fisisnya dan sifat matematisnya.

Berdasarkan Hakikat Fisisnya

Berdasarkan bagaimana satuannya didefinisikan, besaran dibedakan menjadi:

- **Besaran Pokok** adalah besaran dasar yang satuannya telah ditetapkan secara independen dan tidak bergantung pada besaran lain. Besaran ini menjadi fondasi utama dalam sistem pengukuran fisika, karena seluruh besaran lain (yang disebut besaran turunan) dibentuk dari kombinasi matematis besaran pokok.
- **Besaran Turunan** adalah besaran fisika yang diturunkan dari satu atau lebih besaran pokok melalui hubungan matematis tertentu, seperti hasil perkalian atau pembagian. Besaran ini tidak memiliki satuan dasar yang ditetapkan secara langsung, melainkan diperoleh dari kombinasi satuan besaran pokok yang menyusunnya.

Besaran turunan memiliki peran penting dalam menjelaskan berbagai fenomena alam secara lebih kompleks. Melalui besaran ini, hukum-hukum fisika dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan matematis yang menggambarkan hubungan antarfaktor yang memengaruhi suatu gejala.

Berdasarkan Sifat Matematisnya

Dari sisi perilakunya dalam operasi matematis, besaran dibedakan menjadi:

- **Besaran Skalar** yaitu besaran yang hanya memiliki nilai (besar) tanpa arah, seperti massa, suhu, energi, atau waktu.
- **Besaran Vektor** yaitu besaran yang memiliki nilai dan arah, seperti kecepatan, gaya, dan perpindahan.

(Dalam fisika lanjut, juga dikenal besaran tensor, yang menyatakan hubungan vektor pada ruang berdimensi tinggi, misalnya tegangan atau momen inersia.)

Hubungan antara Besaran Fisis dan Matematis

Setiap besaran fisis memiliki representasi matematis. Artinya, ketika suatu besaran digunakan dalam hukum atau persamaan fisika, ia akan mengikuti kaidah matematis sesuai sifatnya (skalar, vektor, atau tensor).

Dengan demikian, pemahaman terhadap kedua klasifikasi ini sangat penting. Besaran fisis menjelaskan apa yang diukur, sedangkan sifat matematisnya menjelaskan bagaimana besaran tersebut berinteraksi dengan besaran lain dalam perumusan hukum-hukum fisika.

1.5.1 Besaran Pokok

Setiap besaran pokok memiliki satuan baku yang ditetapkan secara internasional dalam Sistem Satuan Internasional (SI) agar hasil pengukuran dapat digunakan dan dibandingkan di seluruh dunia secara seragam.

Pemahaman terhadap besaran pokok sangat penting, karena semua besaran fisika yang digunakan dalam hukum-hukum alam berasal dari kombinasi atau turunan besaran pokok ini.

Tujuh Besaran Pokok dan Satuannya

Sistem Internasional (SI) menetapkan tujuh besaran pokok berikut beserta satuan dan simbolnya:

Besaran Pokok - Sistem Internasional (SI)				
No.	Nama Besaran Pokok	Simbol Besaran	Nama Satuan	Simbol Satuan
1	Panjang	l	meter	m
2	Massa	m	kilogram	kg
3	Waktu	t	sekon	s
4	Arus Listrik	I	ampere	A
5	Suhu	T	kelvin	K
6	Jumlah Zat	n	mol	mol
7	Intensitas Cahaya	I_v	candela	cd

1. Panjang: menyatakan jarak antara dua titik.

Definisi satuan meter (m) Menurut Sistem Satuan Internasional (SI) versi terbaru (redefinisi tahun 2019) adalah sebagai berikut:

Meter adalah panjang dari lintasan yang ditempuh cahaya dalam ruang hampa selama selang waktu $1/299\,792\,458$ detik.

- Definisi ini berdasarkan konstanta fundamental alam, yaitu kecepatan cahaya di ruang hampa (c), yang ditetapkan bernilai tetap: $c = 299\,792\,458$ m/s
- Dengan demikian, meter tidak lagi didefinisikan oleh benda fisik (seperti batang logam platinum-iridium), tetapi oleh fenomena alam yang universal dan dapat direalisasikan di mana pun.

2. Massa: menunjukkan jumlah zat atau materi dalam suatu benda.

Definisi satuan kilogram (kg) Menurut Sistem Satuan Internasional (SI) versi terbaru (redefinisi tahun 2019) adalah sebagai berikut:

Kilogram adalah satuan massa yang didefinisikan dengan menetapkan nilai numerik tetap dari konstanta Planck (h) sebesar $6.626\,070\,15 \times 10^{-34}$ J · s.

- Karena $1\text{ J} = 1\text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$, maka hubungan ini mengaitkan kilogram dengan meter dan sekon, yang keduanya telah didefinisikan berdasarkan kecepatan cahaya dan frekuensi atom cesium.
- Dengan demikian, kilogram kini tidak lagi ditetapkan berdasarkan benda fisik (seperti Le Grand K — silinder platinum-iridium di Paris), tetapi melalui konstanta alam yang universal, yaitu konstanta Planck (h).

3. Waktu: menunjukkan lama berlangsungnya suatu peristiwa.

Definisi satuan sekon (s) Menurut Sistem Satuan Internasional (SI) adalah sebagai berikut: sekon adalah durasi dari $9\,192\,631\,770$ periode radiasi yang sesuai dengan transisi antara dua tingkat energi hiperhalus dari atom cesium-133 pada keadaan dasar.

- Definisi ini didasarkan pada frekuensi alami getaran atom cesium-133 (^{133}Cs), yang sangat stabil dan digunakan pada jam atom.

- Artinya, 1 sekon adalah waktu yang diperlukan atom cesium-133 untuk bergetar sebanyak 9.192.631.770 kali.
- Karena stabilitas getaran ini luar biasa tinggi, jam atom cesium menjadi standar waktu dunia dengan ketelitian hingga $\pm 10^{-15}$ detik.

4. Arus listrik: menyatakan banyaknya muatan listrik yang mengalir setiap detik.
Definisi satuan ampere (A) Menurut Sistem Satuan Internasional (SI) versi terbaru (redefinisi tahun 2019) adalah sebagai berikut:

Ampere adalah satuan arus listrik yang didefinisikan dengan menetapkan nilai numerik tetap dari muatan elementer,

$$e = 1,602176634 \times 10^{-19} \text{ coulomb}$$

- Berdasarkan definisi ini, 1 coulomb (C) adalah muatan listrik dari tepat

$$\frac{1}{1,602176634 \times 10^{-19}} = 6,241509074 \times 10^{18} \text{ elektron}$$

- Karena 1 ampere = 1 coulomb per sekon ($1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$), maka: Satu ampere adalah arus listrik yang mengalir jika sebanyak $6,241509074 \times 10^{18}$ elektron melewati suatu titik dalam rangkaian setiap detik.
- Ampere tidak lagi didefinisikan melalui gaya antara dua konduktor sejajar (seperti definisi lama), tetapi berdasarkan konstanta fundamental muatan elektron (e) yang nilainya tetap dan universal.

5. Suhu: menyatakan derajat panas suatu benda atau sistem. Nol kelvin didefinisikan sebagai suhu nol mutlak, yaitu kondisi ketika partikel berhenti bergerak.

Definisi satuan kelvin (K) Menurut Sistem Satuan Internasional (SI) versi terbaru (redefinisi tahun 2019) adalah sebagai berikut:

kelvin adalah satuan suhu termodinamik, yang didefinisikan dengan menetapkan nilai numerik tetap dari konstanta Boltzmann (k) sebesar $1,380\,649 \times 10^{-23}$ joule per kelvin.

- Definisi ini mengaitkan suhu dengan energi rata-rata partikel dalam sistem.
- Karena $1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$, maka kelvin secara tidak langsung bergantung pada satuan kilogram, meter, dan sekon.
- Dengan menetapkan nilai tetap konstanta Boltzmann, skala suhu menjadi universal dan dapat direalisasikan tanpa bergantung pada titik tetap (seperti titik tripel air).
- 1 kelvin menunjukkan perubahan suhu yang menyebabkan perubahan energi termal rata-rata per partikel sebesar $1,380\,649 \times 10^{-23}$ joule.

6. Jumlah zat: menunjukkan banyaknya partikel (atom, molekul, ion, atau elektron) dalam suatu zat.

Definisi satuan mol (mol) Menurut Sistem Satuan Internasional (SI) versi terbaru (redefinisi tahun 2019) adalah sebagai berikut:

mol adalah satuan jumlah zat dalam sistem SI, yang didefinisikan dengan menetapkan nilai numerik tetap dari bilangan Avogadro (N_A) sebesar $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ per mol.

- Satu mol berisi tepat $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ entitas dasar, yang bisa berupa atom, molekul, ion, elektron, atau partikel lainnya, tergantung konteks zat yang diukur.

- Dengan kata lain, 1 mol karbon-12 berisi $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ atom karbon-12.
- Definisi ini tidak lagi bergantung pada massa 12 gram karbon-12 (seperti definisi lama), tetapi langsung berdasarkan konstanta alam, yaitu bilangan Avogadro (N_a).
- 1 mol = jumlah zat yang mengandung $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ partikel identik dari entitas yang dimaksud.

7. Intensitas cahaya: menyatakan kuat cahaya yang dipancarkan oleh sumber cahaya ke arah tertentu.

Definisi satuan candela (cd) Menurut Sistem Satuan Internasional (SI) versi terbaru (redefinisi tahun 2019) adalah sebagai berikut:

candela adalah intensitas cahaya, dalam arah tertentu, dari sumber yang memancarkan radiasi monokromatik dengan frekuensi 540×10^{12} hertz dan memiliki intensitas radiasi sebesar $1/683$ watt per steradian.

- Frekuensi 540×10^{12} Hz sesuai dengan panjang gelombang sekitar 555 nanometer, yaitu warna hijau; warna yang paling sensitif bagi mata manusia.
- steradian (sr) adalah satuan sudut ruang (seperti “derajat” dalam tiga dimensi).
- Dengan demikian, candela mengukur berapa banyak daya cahaya (*luminous power*) yang dipancarkan ke arah tertentu, sesuai dengan sensitivitas mata manusia terhadap cahaya.
- 1 candela setara dengan intensitas cahaya dari sumber yang memancarkan $1/683$ watt per steradian pada frekuensi 540 THz (hijau terang).

Pentingnya Standarisasi Besaran Pokok

Standarisasi satuan dalam besaran pokok bertujuan untuk:

- Menyediakan acuan pengukuran universal yang dapat diterapkan di seluruh dunia.
- Memastikan ketepatan dan konsistensi hasil pengukuran, baik dalam riset ilmiah maupun aplikasi teknologi.
- Mempermudah konversi dan komunikasi ilmiah antarnegara dan antarbidang ilmu.

1.5.2 Besaran Turunan

Besaran turunan adalah besaran yang diturunkan dari satu atau lebih besaran pokok melalui hubungan secara matematis (perkalian atau pembagian). Artinya, besaran turunan tidak berdiri sendiri, tetapi bergantung pada besaran pokok yang menyusunnya.

Contohnya, luas merupakan hasil perkalian antara dua besaran panjang, sedangkan kecepatan adalah hasil bagi antara panjang dan waktu.

Berikut ditampilkan beberapa contoh besaran turunan.

Tabel 1.1: Daftar Besaran Turunan SI

No.	Nama Besaran	Rumus	Kombinasi Besaran Pokok	Simbol Satuan
1	Luas	$A = p \times l$	panjang $\times$ panjang	m^2
2	Volume	$V = p \times l \times t$	panjang ³	m^3
3	Kecepatan	$v = \frac{s}{t}$	panjang/waktu	m/s
4	Percepatan	$a = \frac{v}{t}$	(panjang/waktu)/waktu	m/s^2
5	Gaya	$F = m \times a$	massa $\times$ percepatan	$\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ atau (N)
6	Tekanan	$P = \frac{F}{A}$	gaya/luas	N/m^2 atau (Pa)
7	Usaha/Energi	$W = F \cdot s$	gaya $\times$ panjang	$\text{N} \cdot \text{m}$ atau (J)
8	Daya	$P = \frac{W}{t}$	energi/waktu	J/s atau (W)
9	Massa jenis	$\rho = \frac{m}{V}$	massa/volume	kg/m^3
10	Frekuensi	$f = \frac{1}{T}$	1/waktu	s^{-1} atau (Hz)

Besaran turunan sangat penting karena:

- Menjelaskan berbagai gejala alam secara lebih rinci (seperti gaya, energi, tekanan, dan daya).
- Menjadi alat analisis untuk memahami hubungan sebab-akibat antara besaran fisika.
- Membantu dalam perhitungan teknis dan rekayasa seperti perancangan kendaraan, bangunan, dan sistem energi.

Tanpa konsep besaran turunan, hukum-hukum fisika seperti Hukum Newton, Hukum Energi, dan Hukum Ohm tidak dapat dinyatakan dengan jelas secara matematis.

1.5.3 Dimensi Besaran Pokok

Dalam fisika, setiap besaran memiliki sifat dasar yang disebut dimensi. Dimensi menyatakan jenis fisik dari suatu besaran tanpa bergantung pada sistem satuan tertentu. Dengan kata lain, dimensi memberi tahu kita apa yang diukur, bukan berapa besar nilainya. Dimensi ditulis menggunakan lambang huruf kapital yang mewakili besaran pokok.

Berikut ditampilkan dimensi untuk 7 besaran pokok:

Dimensi Besaran Pokok - Sistem Internasional (SI)				
No.	Nama Besaran Pokok	Simbol Besaran	Nama Satuan	Dimensi
1	Panjang	l	meter	[L]
2	Massa	m	kilogram	[M]
3	Waktu	t	sekon	[T]
4	Arus Listrik	I	ampere	[I]
5	Suhu	T	kelvin	[Θ]
6	Jumlah Zat	n	mol	[N]
7	Intensitas Cahaya	I	candela	[J]

1.5.4 Radian dan Steradian

Dalam kajian fisika dan matematika, sudut merupakan besaran penting yang digunakan untuk menggambarkan orientasi, rotasi, dan pembentukan ruang. Terdapat dua jenis sudut yang umum digunakan, yaitu **sudut datar** dan **sudut ruang**. Kedua besaran ini tidak dikategorikan sebagai besaran pokok dalam Sistem Satuan Internasional (SI), melainkan termasuk besaran turunan tak berdimensi, karena didefinisikan sebagai rasio antara dua besaran pokok yang identik (panjang terhadap panjang, atau luas terhadap kuadrat panjang).

Sudut Datar

Sudut datar dilambangkan dengan simbol θ (theta), yang merupakan simbol besaran atau *quantity symbol*. Sudut ini menyatakan besar pembukaan bidang dua dimensi. Satuan SI untuk sudut datar adalah radian (rad).

Secara definisi, radian diperoleh dari perbandingan antara panjang busur lingkaran (s) dengan jari-jari lingkaran (r):

$$\theta = \frac{s}{r} \quad (1.1)$$

Karena merupakan perbandingan antara dua besaran panjang, radian tidak memiliki dimensi fisika. Namun, SI menetapkan “rad” sebagai nama satuan turunan untuk menjaga kejelasan konsep dalam kajian fisika dan matematika.

Sudut Ruang

Sudut ruang atau *solid angle* dilambangkan dengan simbol Ω (omega kapital), yang juga merupakan simbol besaran. Sudut ini digunakan untuk menggambarkan pembukaan ruang tiga dimensi. Satuan SI untuk sudut ruang adalah steradian (sr).

Definisi steradian dinyatakan sebagai:

$$\Omega = \frac{A}{r^2} \quad (1.2)$$

dengan A adalah luas juring bola dan r adalah jari-jari bola tersebut. Sama seperti radian, steradian tidak memiliki dimensi karena merupakan perbandingan antara luas dengan kuadrat panjang.

Walaupun θ dan Ω merupakan besaran penting dalam analisis fisika, SI tidak memasukkannya ke dalam daftar besaran pokok. Hal ini karena kedua besaran tersebut didefinisikan melalui perbandingan besaran panjang, sehingga **tidak bersifat fundamental**. Meskipun demikian, SI tetap memberikan nama khusus “radian” dan “steradian” untuk menjaga konsistensi penulisan dan mempermudah kajian ilmiah.

1.6 Alat Ukur Dasar

Alat ukur dasar adalah alat yang digunakan untuk mengukur besaran pokok dalam fisika secara langsung, tanpa memerlukan perhitungan turunan atau alat bantu lain. Artinya, alat ukur dasar digunakan untuk mengukur besaran fisika paling fundamental yang menjadi dasar bagi pengukuran besaran lain (turunan).

Sebagai contoh, perhatikan alat ukur panjang berupa mistar yang memiliki skala dalam satuan sentimeter (cm). Mistar digunakan untuk mengukur panjang benda secara langsung berdasarkan pembacaan skala yang tertera pada permukaannya. Namun, setiap alat ukur memiliki keterbatasan dalam ketelitian dan jangkauan pengukurannya. Keterbatasan ini ditentukan oleh skala terkecil yang terdapat pada alat tersebut, sehingga hasil pengukuran tidak pernah benar-benar sempurna, melainkan memiliki batas ketelitian tertentu.



Gambar 1.12: Mistar *Sumber ilustrasi: canva.com*

1.6.1 Nilai Skala Terkecil (NST)

Nilai skala terkecil merupakan ukuran kemampuan atau batas ketelitian suatu alat ukur dalam menentukan besaran yang diukur. Dengan kata lain, NST menunjukkan keterbatasan alat ukur dalam membedakan dua nilai pengukuran yang berdekatan.

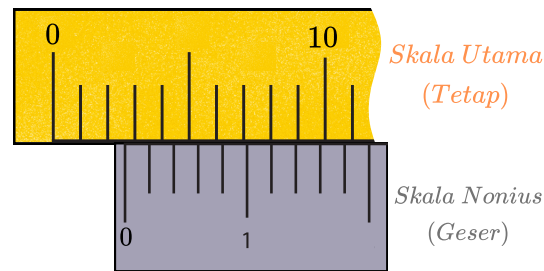
Pada mistar seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas, nilai skala terkecilnya adalah 0.1 cm, yang berarti mistar tersebut mampu mengukur panjang benda dengan ketelitian hingga sepersepuluh sentimeter. Semakin kecil nilai skala terkecil, semakin tinggi tingkat ketelitian alat ukur tersebut.

1.6.2 Skala Nonius (SN)

Skala nonius merupakan skala tambahan yang dapat digerakkan pada alat ukur presisi, seperti **jangka sorong** dan **mikrometer sekrup**, yang berfungsi untuk meningkatkan ketelitian pembacaan hasil pengukuran.

Skala ini dirancang agar setiap garis pada skala nonius memiliki perbedaan kecil dibandingkan dengan garis pada skala utama. Perbedaan panjang antar skala inilah yang memungkinkan pengguna membaca nilai pengukuran hingga pecahan terkecil dari satuan pada skala utama, sehingga hasil yang diperoleh menjadi lebih akurat.

Dengan adanya skala nonius, alat ukur mampu mengurangi kesalahan pembacaan dan memberikan hasil pengukuran dengan ketelitian yang jauh lebih tinggi dibandingkan mis-tar biasa.



Gambar 1.13: Skala Nonius *Sumber ilustrasi: canva.com*

1.6.3 Cara Membaca Skala Nonius dengan Sepuluh Garis

Pada jangka sorong, skala nonius (*vernier scale*) digunakan untuk membaca bagian pecahan dari skala utama agar hasil pengukuran lebih teliti.

Skala nonius ini pada gambar di atas terdiri dari 10 garis yang sejajar dengan 9 garis skala utama. Artinya, panjang 10 garis pada skala nonius sama dengan panjang 9 garis pada skala utama.

Dengan demikian, setiap satu garis pada skala nonius lebih pendek dari satu garis skala utama. Perbedaan inilah yang menghasilkan tingkat ketelitian jangka sorong.

Besarnya nilai skala terkecil (NST) untuk jangka sorong dengan 10 garis nonius dapat dihitung sebagai:

$$\text{NST} = \text{nilai satu skala utama} - \text{nilai satu skala nonius}$$

Karena 10 skala nonius setara dengan 9 skala utama, maka berlaku hubungan:

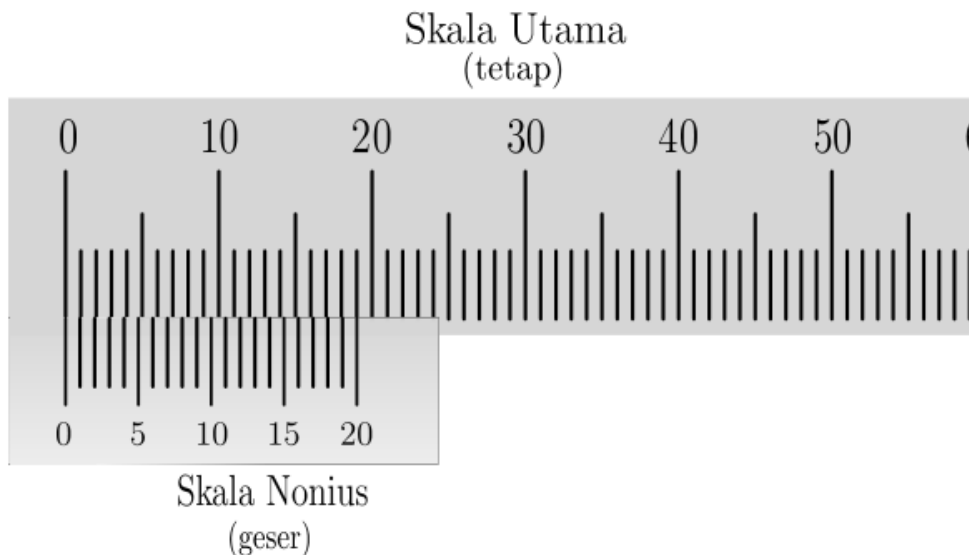
$$1 \text{ skala nonius} = \frac{9}{10} \text{ skala utama}$$

Jika diketahui 1 skala utama bernilai 1 mm, maka perhitungan NST menjadi:

$$\begin{aligned} \text{NST} &= 1 \text{ mm} - 0.9 \text{ mm} \\ &= 0.1 \text{ mm} \end{aligned}$$

**Latihan 2 :****Berpikir Kritis**

Pada gambar di bawah adalah sebuah jangka sorong dengan skala nonius 20 garis. Jika 1 skala utama = 1 mm, maka tentukan Nilai Skala Terkecil (NST) Jangka sorong itu!



Gambar 1.14: Jangka sorong *Sumber ilustrasi: penulis*

**Jawaban:**

.....

.....

.....

**Latihan 3 :****Berpikir Kreatif**

Sebuah bengkel ingin membuat jangka sorong sederhana dengan panjang skala utama 1 cm yang dibagi menjadi 10 garis. Anda diminta merancang skala nonius yang memiliki ketelitian 0,02 mm, mirip jangka sorong profesional.

Pertanyaan:

- Berapa banyak divisi yang harus dibuat pada skala nonius agar diperoleh ketelitian tersebut?
- Berapa panjang total skala nonius yang harus Anda buat?
- Gambarkanlah (dalam sketsa sederhana) susunan skala utama dan skala nonius yang memenuhi syarat tersebut.

 **Jawaban:**

.....

.....

.....



Latihan 4 :

Berpikir Investigatif

Diberikan jangka sorong dengan skala nonius 50 divisi. Namun, beberapa divisi tampak aus sehingga Anda tidak dapat mengetahui persis panjang skala noniusnya.

Anda hanya bisa melakukan percobaan dengan mengukur ketebalan benda berikut:

Benda	Ketebalan sebenarnya (mm)	Hasil ukur jangka sorong (mm)
A	10,00	10,04
B	15,00	10,06
C	20,00	10,08

Pertanyaan :

- Tentukan nilai skala terkecilnya.
- Apakah desain ini lebih baik atau lebih buruk dari jangka sorong biasa (49 divisi berimpit dengan 50 divisi nonius)? Jelaskan alasan Anda.
- Berikan saran perbaikan agar alat tersebut lebih akurat tanpa mengubah panjang fisiknya.

 **Jawaban:**

.....

.....

.....

1.6.4 Parameter Alat Ukur

Dalam proses pengukuran, setiap alat ukur memiliki sejumlah parameter kinerja yang menentukan kualitas hasil pengukuran. Parameter-parameter tersebut meliputi:

1. **Akurasi (*Accuracy*)**: Menunjukkan tingkat kedekatan hasil pengukuran terhadap nilai sebenarnya dari besaran yang diukur. Semakin tinggi akurasi, semakin kecil penyimpangan antara nilai terbaca dan nilai sebenarnya.
2. **Presisi (*Precision*)**: Menunjukkan tingkat ketelitian atau konsistensi hasil pengukuran saat dilakukan berulang kali. Pengukuran yang presisi menghasilkan nilai yang saling berdekatan, meskipun belum tentu akurat.
3. **Kepekaan (*Sensitivity*)**: Menunjukkan perbandingan antara perubahan keluaran alat ukur terhadap perubahan kecil pada besaran yang diukur. Semakin tinggi kepekaan, semakin peka alat terhadap perubahan input.
4. **Resolusi (*Resolution*)**: Menunjukkan perubahan terkecil dari nilai besaran yang masih dapat dideteksi atau ditampilkan oleh alat ukur. Alat dengan resolusi tinggi mampu mendeteksi perubahan yang sangat kecil.
5. **Kesalahan (*Error*)**: Menunjukkan selisih atau penyimpangan antara nilai hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya dari besaran yang diukur. Kesalahan dapat bersifat sistematis maupun acak.

Kelima parameter tersebut; akurasi, presisi, kepekaan, resolusi, dan kesalahan saling berkaitan dalam menentukan kualitas, ketelitian, dan keandalan suatu alat ukur dalam kegiatan eksperimen fisika.

Catatan:

- **Akurasi** berkaitan dengan kebenaran hasil dibanding nilai sebenarnya.
- **Presisi** berkaitan dengan konsistensi hasil antar pengukuran.
- **Kepekaan dan resolusi** menentukan kemampuan alat mendeteksi perubahan kecil.
- **Kesalahan** menunjukkan tingkat penyimpangan yang perlu diminimalkan.

1.6.5 Ketidakpastian Pengukuran

Dalam setiap kegiatan pengukuran, hasil yang diperoleh tidak pernah benar-benar tepat sama dengan nilai sebenarnya dari besaran yang diukur. Hal ini disebabkan adanya keterbatasan alat ukur, cara pengukuran, dan faktor manusia. Oleh karena itu, setiap hasil pengukuran selalu mengandung ketidakpastian.

Ketidakpastian pengukuran adalah takaran seberapa besar keraguan terhadap hasil pengukuran suatu besaran. Dengan kata lain, ketidakpastian menunjukkan rentang nilai di mana nilai sebenarnya dari besaran yang diukur kemungkinan besar berada.

Contoh

Jika panjang suatu benda diukur menggunakan mistar dan didapatkan hasil

$$L = (20,0 \pm 0,1) \text{ cm}$$

maka dapat diartikan bahwa panjang sebenarnya benda tersebut berada di antara 19,9 cm dan 20,1 cm.

1.6.6 Sumber-Sumber Ketidakpastian

1. Ketidakpastian alat ukur (*instrumental*): Disebabkan keterbatasan resolusi/ketelitian alat.

2. Ketidakpastian pengamat (personal): Karena kesalahan membaca skala, misalnya akibat efek paralaks atau kurangnya ketelitian mata manusia.
3. Ketidakpastian prosedur (metodik): Timbul karena metode atau teknik pengukuran tidak konsisten. Misalnya posisi benda berubah-ubah atau tekanan pengukuran tidak sama.
4. Ketidakpastian lingkungan (eksternal): Faktor luar seperti suhu, kelembapan, tekanan udara, atau getaran yang memengaruhi hasil.

1.6.7 Jenis-Jenis Ketidakpastian

Dalam pengukuran fisika, jenis ketidakpastian bergantung pada cara pengukurannya, yaitu:

1. Pengukuran Tunggal

Yaitu pengukuran yang dilakukan satu kali terhadap suatu besaran fisika. Contohnya: mengukur panjang meja sekali menggunakan mistar. Ketidakpastian alat ukur yang disebabkan oleh keterbatasan ketelitian alat ukur dinyatakan sebagai berikut.

$$\Delta x = \frac{1}{2}NST \quad (1.3)$$

Keterangan :

Δx = ketidakpastian pengukuran

NST = Nilai Skala Terkecil alat ukur

2. Pengukuran Berulang

Yaitu pengukuran yang dilakukan beberapa kali terhadap besaran yang sama untuk memperoleh hasil yang lebih akurat.

Pengukuran berulang dengan data sedikit.

Kesalahan Setengah Rentang (*Half-Range Error*): Kesalahan setengah rentang adalah perkiraan ketidakpastian pengukuran berulang ketika jumlah data terlalu sedikit (misalnya hanya 2 atau 3 kali pengukuran), sehingga tidak cukup untuk menghitung standar deviasi secara statistik.

Kesalahan setengah rentang didefinisikan sebagai setengah dari selisih antara nilai maksimum dan minimum hasil pengukuran.

$$\Delta x = \frac{x_{max} - x_{min}}{2} \quad (1.4)$$

Pengukuran berulang dengan data cukup banyak.

Ketidakpastian acak (*random uncertainty*) atau ketidakpastian statistik dihitung menggunakan **simpangan baku (standar deviasi)**

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (1.5)$$

Keterangan :

x_i = hasil pengukuran ke-i

$\bar{x}$ = rata-rata hasil pengukuran

n = jumlah pengukuran

1.6.8 Penyajian Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran harus selalu ditulis dengan disertai ketidakpastiannya:

$$X = (x \pm \bar{x}) \text{satuan} \quad (1.6)$$

misal: $L = (20,0 \pm 0,1) \text{ cm}$ Artinya, panjang benda kemungkinan besar berada di antara 19,9 cm dan 20,1 cm

1.6.9 Angka Penting

Dalam setiap kegiatan pengukuran, hasil yang diperoleh tidak pernah benar-benar pasti, karena alat ukur memiliki batas ketelitian tertentu. Oleh sebab itu, hasil pengukuran hanya merupakan pendekatan terhadap nilai sebenarnya. Untuk menyatakan tingkat ketelitian suatu hasil pengukuran, digunakan konsep Angka Penting (AP).

Pengertian Angka Penting

Angka Penting adalah semua angka yang diperoleh dari hasil pengukuran yang menunjukkan ketelitian alat ukur, termasuk satu angka taksiran terakhir yang masih dianggap bermakna.

Aturan Menentukan Angka Penting

1. Semua digit bukan nol merupakan angka penting.

contoh: massa = 1718 g (4 AP)

2. Angka nol yang berada di antara dua digit bukan nol merupakan angka penting.

contoh: jarak = 707 m (3 AP)

3. Angka nol di depan digit bukan nol pertama bukan angka penting, karena hanya menunjukkan posisi desimal.

contoh: volume = 0,0017 mL (2 AP)

4. Angka nol di sebelah kanan koma desimal setelah digit bukan nol adalah angka penting.

contoh: energi = 42,080 J (5 AP)

5. Angka nol di belakang angka yang mengandung titik desimal merupakan angka penting, jika angka nol tersebut menunjukkan tingkat ketelitian alat ukur.

contoh:

17, 1800 (6 AP)

0, 000171800 (6 AP)

6. Dalam notasi ilmiah, semua angka yang ditulis dianggap sebagai angka penting.

contoh:

$7,05 \times 10^4$ (3 AP)

$4,200 \times 10^{-4}$ (4 AP)

Angka penting berhubungan erat dengan ketidakpastian pengukuran.

- Semakin banyak angka penting yang diperoleh, semakin kecil ketidakpastian relatif hasil pengukuran.
- Digit terakhir dalam hasil pengukuran menunjukkan angka taksiran, yaitu bagian nilai yang masih dapat berubah sedikit karena keterbatasan alat ukur.

Dengan demikian, angka penting membantu menyampaikan hasil pengukuran secara jujur, teliti, dan ilmiah, sesuai tingkat ketelitian alat yang digunakan.

1.6.10 Aturan Operasi Matematika dengan Angka Penting

Dalam kegiatan ilmiah, hasil pengukuran sering kali perlu diolah melalui operasi matematika seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian, atau pembagian.

Namun, hasil akhir tidak boleh ditulis dengan jumlah angka penting yang melebihi ketelitian data awalnya.

Oleh karena itu, diperlukan aturan agar hasil perhitungan tetap menunjukkan tingkat ketelitian yang benar.

Penjumlahan dan Pengurangan

Untuk operasi penjumlahan dan pengurangan, jumlah angka di belakang koma desimal pada hasil harus sama dengan data yang memiliki angka desimal paling sedikit.

contoh: $12,345 + 3,6 = 15,945 \approx 15,9$

Hasil dibulatkan menjadi satu angka di belakang koma, karena salah satu data (3,6) hanya memiliki satu angka desimal.

Penjelasan:

Ketelitian hasil penjumlahan/pengurangan dibatasi oleh data yang paling tidak presisi pada bagian desimal.

Perkalian dan Pembagian

Untuk operasi perkalian dan pembagian, jumlah angka penting pada hasil harus sama dengan data yang memiliki angka penting paling sedikit.

contoh: $4,56 \times 1,4 = 6,384 \approx 6,4$

Data pertama memiliki 3 AP, data kedua memiliki 2 AP, maka hasil harus ditulis dengan 2 angka penting.

Penjelasan:

Ketelitian hasil perkalian/pembagian ditentukan oleh data dengan jumlah angka penting paling sedikit.

Penggunaan Notasi Ilmiah

Dalam hasil perhitungan, notasi ilmiah sangat membantu untuk menuliskan angka penting dengan jelas dan efisien.

contoh: $(3,42 \times 10^3) \times (2,1 \times 10^{-2}) = 7,18 \times 10^1$

Kedua faktor memiliki 3 dan 2 AP, sehingga hasil dibulatkan menjadi 2 angka penting:

contoh: $7,2 \times 10^1$

Pembulatan Akhir

Pembulatan hanya dilakukan pada hasil akhir, bukan di tengah perhitungan. Jika angka berikutnya ≥ 5 , maka angka terakhir dibulatkan naik satu.

Contoh:

$$3,746 \Rightarrow 3,75 \text{ (dua angka desimal)}$$

Kesimpulan

- Dalam laporan eksperimen, hasil pengukuran selalu disertai satu angka taksiran (angka terakhir).
- Jumlah angka penting menyampaikan ketelitian alat ukur dan tingkat kepercayaan terhadap hasil pengukuran.
- Penggunaan angka penting mencegah kesan ketelitian palsu, yaitu menulis hasil dengan presisi melebihi kemampuan alat ukur.

Evaluasi**Soal Pilihan Ganda**

1. Fisika sebagai ilmu alam dapat menjadi sarana untuk mengenal kebesaran Allah SWT karena ...
 - A. Fisika menjelaskan semua rahasia kehidupan secara mutlak.
 - B. Fisika membuktikan bahwa alam semesta terjadi tanpa campur tangan Tuhan.
 - C. Fisika mempelajari fenomena alam ciptaan Allah secara sistematis dan rasional.
 - D. Fisika hanya mengandalkan eksperimen tanpa teori.
 - E. Fisika membahas hal-hal yang tidak dapat diamati.
2. Dalam Al-Qur'an surat Ar-Rahman ayat 7–9, perintah untuk “menegakkan timbangan dengan adil” dapat diartikan dalam konteks fisika sebagai ...
 - A. Melakukan pengukuran dengan hati-hati, jujur, dan tidak melebihi hasil.
 - B. Mengukur dengan alat yang paling mahal.
 - C. Menggunakan satuan yang berbeda-beda agar hasil bervariasi.
 - D. Mengutamakan hasil pengukuran yang sesuai keinginan.
 - E. Mengabaikan kesalahan alat ukur karena nilainya kecil.
3. Besaran yang memiliki satuan m/s^2 termasuk dalam besaran ...

- A. Pokok
 - B. Turunan
 - C. Skalar
 - D. Vektor dasar
 - E. Pokok non-SI
4. Prinsip angka penting dalam pengukuran mencerminkan sikap ilmiah yang ...
- A. Mengutamakan hasil besar agar terlihat akurat.
 - B. Mengabaikan keterbatasan alat ukur.
 - C. Mempertimbangkan batas kemampuan alat dan ketelitian manusia.
 - D. Membulatkan semua hasil tanpa aturan.
 - E. Menghindari pengukuran berulang karena tidak efisien.
5. Salah satu bentuk sikap ilmiah yang harus dimiliki saat melakukan pengukuran adalah ...
- A. Memanipulasi hasil agar sesuai teori
 - B. Mengabaikan data yang tidak cocok
 - C. Teliti dan jujur dalam mencatat hasil pengukuran
 - D. Mengulang eksperimen tanpa tujuan
 - E. Menghindari kesalahan dengan menebak hasil
6. Ketidakpastian pengukuran menunjukkan bahwa ...
- A. Semua alat ukur selalu salah
 - B. Hasil pengukuran tidak dapat dipercaya
 - C. Setiap hasil pengukuran memiliki batas ketelitian
 - D. Pengukuran cukup dilakukan sekali
 - E. Pengukuran harus dilakukan berulang
7. Jika hasil pengukuran panjang benda adalah $(12,4 \pm 0,2)$ cm, maka angka 0,2 cm menunjukkan ...
- A. Nilai rata-rata
 - B. Nilai ketelitian alat
 - C. Nilai kesalahan absolut
 - D. Nilai pengukuran terbesar
 - E. Nilai skala terkecil
8. Aturan angka penting menekankan bahwa ...
- A. Semua angka dalam hasil pengukuran harus ditulis sebanyak mungkin
 - B. Hanya angka nol yang dianggap penting
 - C. Hasil pengukuran harus disesuaikan dengan ketelitian alat ukur
 - D. Semua hasil pembulatan harus memiliki dua angka
 - E. Tidak perlu memperhatikan angka desimal

9. Nilai keimanan yang dapat dipetik dari konsep ketidakpastian pengukuran adalah ...

- A. Manusia memiliki keterbatasan dalam mencapai kesempurnaan
- B. Semua hasil pengukuran harus sempurna tanpa kesalahan
- C. Ilmu pengetahuan tidak ada kaitannya dengan iman
- D. Kesalahan pengukuran membuktikan bahwa sains tidak pasti
- E. Pengukuran hanya dilakukan oleh orang beriman

Soal Uraian

1. Jelaskan hubungan antara konsep pengukuran dalam fisika dan nilai keadilan yang diajarkan dalam QS. Ar-Rahman [55]:7–9.
2. Mengapa dalam pengukuran fisika kita perlu mencantumkan ketidakpastian? Apa kaitannya dengan kejujuran ilmiah?
3. Tuliskan dua contoh besaran pokok dan dua contoh besaran turunan beserta satuannya.

Rubrik Penilaian

Aspek Penilaian	Indikator	Skor Maksimal
Pemahaman konsep	Menunjukkan penguasaan konsep fisika dasar dan kaitannya dengan ayat Al-Qur'an	30
Ketelitian ilmiah	Pengukuran dan perhitungan ketidakpastian dilakukan dengan benar	25
Kejujuran & sikap ilmiah	Data dicatat sesuai hasil nyata, tanpa rekayasa	15
Refleksi nilai Islam	Mampu mengaitkan hasil pengukuran dengan nilai keadilan & keseimbangan	20
Ketepatan angka penting	Penulisan hasil sesuai aturan angka penting	10
Total		100



2. Energi Alternatif

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, murid mampu:

- ✓ Menunjukkan kesadaran spiritual bahwa energi adalah ciptaan Allah yang tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, sebagaimana dijelaskan dalam QS. Yasin [36]:81
- ✓ Menjelaskan pengertian energi sebagai kemampuan melakukan usaha berdasarkan hukum kekekalan energi.
- ✓ Mengidentifikasi berbagai bentuk energi (kinetik, potensial, panas, listrik, cahaya, dan kimia) dalam fenomena alam.
- ✓ Menyajikan hasil pengamatan perubahan energi dari satu bentuk ke bentuk lain pada peristiwa fisika sederhana.

.....

Cakupan Materi

Energi dalam Fisika
Energi Tidak Terbarukan
Energi Baru Terbarukan

Pengantar

Energi Alternatif dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains

Dalam fisika, energi didefinisikan sebagai kemampuan suatu sistem untuk melakukan usaha (kerja). Energi dapat hadir dalam berbagai bentuk, seperti energi kinetik, potensial, termal, listrik, kimia, maupun nuklir, yang semuanya merupakan bagian dari sistem alam semesta yang tertata secara harmonis.

Energi merupakan salah satu kebutuhan dasar bagi kehidupan manusia. Setiap aktivitas manusia, baik di bidang rumah tangga, industri, maupun transportasi, memerlukan sumber energi sebagai penggerakannya.

Saat ini, sebagian besar energi yang digunakan manusia masih bergantung pada sumber energi fosil, seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara, yang bersifat tidak terbarukan. Keterbatasan ini disebabkan oleh proses pembentukan energi fosil yang berlangsung sangat lama, yaitu melalui dekomposisi bahan organik selama jutaan tahun di bawah tekanan dan suhu tinggi di dalam bumi.

Selain jumlahnya yang terbatas, penggunaan energi fosil juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, terutama karena menghasilkan emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO_2) yang berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim.

Sementara itu, kebutuhan energi terus meningkat seiring dengan perkembangan populasi dan aktivitas ekonomi manusia. Kondisi ini mendorong perlunya pengembangan sumber energi alternatif yang berkelanjutan, guna memastikan ketersediaan energi di masa depan sekaligus melestarikan lingkungan hidup.

Meskipun Al-Qur'an bukan kitab sains, di dalamnya terdapat landasan filosofis dan spiritual yang mendorong manusia untuk mengamati alam, memahami keteraturan energi, serta memanfaatkannya secara bijak dan bertanggung jawab. Dalam Surah Yasin ayat ke 80 Allah S.W.T. berfirman :

لَا
الَّذِي جَعَلَ لَكُم مِّنَ الشَّجَرِ الْأَخْضَرِ نَارًا فَإِذَا أَنتُم مِّنْهُ تُوقِدُونَ

“(Dialah) yang menjadikan api untukmu dari kayu yang hijau. Kemudian, seketika itu kamu menyalakan (api) darinya.”
(QS.Yasin [36]: 80)

Ayat ini menunjukkan bahwa Allah telah menyediakan sumber energi di alam yang dapat dimanfaatkan manusia secara bijak, bahkan dari bahan yang tidak terduga.

2.1 Energi dalam Fisika

Secara ilmiah, energi didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan usaha. Dalam Fisika, energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan, tetapi hanya dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain. Prinsip ini dikenal sebagai Hukum Konservasi Energi (Hukum I Termodinamika)

Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$E_{total} = E_{potensial} + E_{kinetik} + E_{kalor} + E_{listrik} + \dots \quad (2.1)$$

Total energi sistem tertutup selalu konstan, meskipun bentuknya berubah. Konsep ini sejalan dengan firman Allah S.W.T. dalam Al-Qur'an Surah Yasin ayat ke 81.

أَوَلَيْسَ الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ بِقَدِيرٍ عَلَى أَنْ يَخْلُقَ مِثْلَهُمْ بَلَىٰ وَهُوَ الْخَلَّاقُ الْعَلِيمُ

“Bukankah Zat yang menciptakan langit dan bumi mampu menciptakan manusia yang serupa mereka itu (di akhirat kelak)? Benar. Dialah yang Maha Banyak Mencipta lagi Maha Mengetahui. ”
(QS.Yasin [36]: 81)

Ayat ini menunjukkan bahwa segala perubahan di alam, termasuk perubahan energi, terjadi dalam tatanan hukum yang tetap (sunnatullah). Energi tidak hilang, melainkan berpindah atau berubah bentuk — sebuah keseimbangan yang mencerminkan keteraturan ciptaan Allah.

2.1.1 Klasifikasi Energi (Macam-macam Energi)

Secara umum, sumber energi diklasifikasikan berdasarkan tiga kriteria utama, yaitu (1) asal energi dan proses konversinya, (2) cara pemanfaatannya dan (3) tingkat ketersediaannya di alam.

I. Berdasarkan asal dan proses konversinya

sumber energi diklasifikasikan menjadi energi primer dan energi sekunder.

Energi primer

adalah energi yang berasal langsung dari alam dan belum mengalami proses pengolahan atau konversi. Energi ini tersedia secara alami dan dapat dimanfaatkan secara langsung atau setelah melalui konversi sederhana.

Contoh energi primer antara lain:

- Energi surya (matahari),
- Energi angin,
- Energi air (hidro),
- Energi panas bumi (geotermal),
- Energi bahan bakar fosil, seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara.

Energi primer merupakan sumber utama yang menjadi dasar pembentukan berbagai bentuk energi lainnya. Dalam konteks sistem energi global, energi primer berperan sebagai input awal dalam rantai konversi energi.

Energi sekunder

adalah energi yang dihasilkan dari proses konversi atau pengolahan energi primer. Energi ini biasanya digunakan karena lebih mudah didistribusikan, disimpan, atau dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari.

Contoh energi sekunder antara lain:

- Energi listrik, yang diperoleh dari konversi energi air, angin, panas bumi, atau bahan bakar fosil,
- Bensin dan solar, yang merupakan hasil penyulingan minyak bumi,
- Biogas, hasil konversi biomassa atau limbah organik,
- Hidrogen cair, yang dihasilkan melalui proses elektrolisis air menggunakan energi listrik.

Energi sekunder memiliki peran penting dalam sistem energi modern, karena menjadi bentuk energi yang siap digunakan oleh industri, rumah tangga, dan transportasi.

II. Berdasarkan cara pemanfaatannya

sumber energi diklasifikasikan menjadi energi langsung dan energi tidak langsung.

Energi langsung

adalah energi yang dapat dimanfaatkan secara langsung dari sumbernya tanpa melalui proses konversi menjadi bentuk energi lain. Energi jenis ini biasanya digunakan dalam bentuk alaminya dan tidak memerlukan teknologi yang kompleks untuk pemanfaatannya.

Contoh energi langsung antara lain:

- Energi surya yang digunakan untuk menjemur pakaian atau mengeringkan hasil panen,
- Energi angin yang digunakan untuk menggerakkan layar perahu tradisional,
- Energi panas matahari yang digunakan secara langsung untuk menghangatkan ruangan atau air (misalnya pada pemanas air surya sederhana).

Energi langsung memiliki keunggulan karena pemanfaatannya sederhana, murah, dan ramah lingkungan, meskipun efisiensinya biasanya lebih rendah dibanding energi hasil konversi.

Energi tidak langsung

adalah energi yang harus melalui proses konversi terlebih dahulu sebelum dapat dimanfaatkan. Artinya, energi dari sumber aslinya diubah ke dalam bentuk lain agar lebih mudah digunakan, disimpan, atau disalurkan.

Contoh energi tidak langsung antara lain:

- Energi listrik yang dihasilkan dari konversi energi air, angin, panas bumi, atau bahan bakar fosil,
- Energi mekanik pada turbin PLTA yang dihasilkan dari konversi energi potensial air,
- Energi panas dari bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan mesin kendaraan.

Pemanfaatan energi tidak langsung umumnya memerlukan teknologi konversi energi, seperti turbin, generator, atau panel surya, dan sering menjadi bentuk energi utama dalam kehidupan modern.

III. Berdasarkan tingkat ketersediaannya di alam

sumber energi diklasifikasikan menjadi Energi Tidak Terbarukan dan Energi Terbarukan.

Energi Tidak Terbarukan

adalah sumber energi yang ketersediaannya di alam terbatas dan memerlukan waktu yang sangat lama untuk terbentuk kembali. Energi jenis ini umumnya berasal dari sisa makhluk

hidup purba yang mengalami proses geologis selama jutaan tahun, sehingga tidak dapat diperbarui dalam waktu singkat oleh proses alam.

Contoh energi tidak terbarukan antara lain:

- Minyak bumi, yang diolah menjadi bensin, solar, dan avtur,
- Batu bara, yang digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik,
- Gas alam, yang digunakan untuk memasak dan pembangkit listrik,
- Energi nuklir, yang dihasilkan dari reaksi fisi uranium atau plutonium.

Energi tidak terbarukan selama ini menjadi sumber energi utama di dunia karena mudah diperoleh dan menghasilkan energi besar, namun penggunaannya menimbulkan masalah lingkungan seperti emisi gas rumah kaca dan pemanasan global. Selain itu, cadangannya yang semakin menipis mendorong manusia untuk mencari alternatif yang lebih berkelanjutan.

Energi Terbarukan

adalah sumber energi yang dapat diperbarui secara alami dalam waktu relatif singkat dan tidak akan habis jika dikelola secara berkelanjutan. Energi ini berasal dari proses-proses alam yang berlangsung terus-menerus, seperti sinar matahari, aliran air, dan angin.

Contoh energi terbarukan antara lain:

- Energi surya, yang dimanfaatkan melalui panel surya untuk menghasilkan listrik,
- Energi air (hidro), yang digunakan untuk menggerakkan turbin pada PLTA,
- Energi angin, yang diubah menjadi listrik melalui turbin angin,
- Energi panas bumi (geotermal), yang berasal dari panas dalam perut bumi,
- Biomassa, yang diperoleh dari bahan organik seperti kayu, limbah pertanian, dan kotoran hewan.

Energi terbarukan bersifat ramah lingkungan, tidak menimbulkan polusi berlebihan, dan berpotensi menjadi sumber energi utama masa depan, terutama untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

2.1.2 Energi Utama Bumi

Secara fisika, sumber utama energi yang menopang seluruh kehidupan di Bumi adalah matahari, yang memancarkan energi dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Energi ini menjadi penggerak utama berbagai proses alam seperti fotosintesis pada tumbuhan, siklus hidrologi, sirkulasi atmosfer, hingga pemanfaatan teknologi modern seperti pembangkit listrik tenaga surya (solar cell). Fenomena ini sejalan dengan firman Allah dalam Surah An-Naba' ayat 13:

وَجَعَلْنَا سِرَاجًا وَهَّاجًا ط

“Kami menjadikan pelita yang terang-benderang (matahari). ”
(QS.An-Naba [78]: 13)

yang menunjukkan bahwa cahaya dan energi matahari merupakan karunia ilahi yang menjadi sumber kehidupan dan keseimbangan ekosistem di bumi

Dengan demikian, matahari tidak hanya berfungsi sebagai sumber cahaya bagi Bumi, tetapi juga merupakan sumber energi utama yang menggerakkan berbagai sistem alam. Hampir seluruh bentuk energi yang digunakan manusia, seperti energi angin, energi air, biomassa, dan bahan bakar fosil, pada dasarnya merupakan hasil transformasi energi matahari dalam berbagai bentuk serta skala waktu yang berbeda.

Keteraturan Energi Matahari dalam Perspektif Keislaman

Dalam pandangan Islam, keteraturan dan keseimbangan energi di alam semesta merupakan tanda kebesaran Allah Swt. Al-Qur'an mengingatkan manusia agar memperhatikan keteraturan gerak matahari dan perannya bagi kehidupan.

وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ

“Dan matahari berjalan di tempat peredarannya. Demikianlah ketetapan (Tuhan) Yang Mahaperkasa lagi Maha Mengetahui.”
(QS.Yasin [36]: 38)

Ayat tersebut menunjukkan bahwa matahari bergerak secara teratur sesuai hukum-hukum alam yang telah ditetapkan Allah Swt. Keteraturan ini menjadi dasar bagi berbagai fenomena fisika, seperti pergantian siang dan malam, iklim, serta proses konversi energi di Bumi.

Dengan memahami fenomena ini secara ilmiah, setiap muslim yang mempelajari ilmu pengetahuan diharapkan mampu melihat bahwa pemanfaatan energi matahari merupakan wujud penghayatan terhadap tanda-tanda kebesaran Allah S.W.T. di alam semesta.

Pemahaman terhadap energi, baik dalam konteks fisika maupun spiritual, mendorong manusia untuk bersyukur, menjaga keseimbangan alam, dan mengembangkan teknologi yang ramah lingkungan. Dengan demikian, belajar sains bukan hanya sekadar memahami hukum-hukum alam, tetapi juga merupakan bentuk ibadah dan penghayatan terhadap perintah Allah untuk meneliti, berpikir, dan menjaga ciptaan-Nya.

Ayat-ayat Al-Qur'an memberikan dorongan kepada manusia untuk memanfaatkan sumber daya alam secara bijak, berpikir rasional dan ilmiah, serta mengamati fenomena alam sebagai wujud refleksi terhadap kebesaran ciptaan Allah S.W.T. Nilai-nilai tersebut menjadi landasan spiritual dan etis dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, termasuk dalam pemanfaatan energi alternatif seperti energi surya, energi angin, energi air, dan sumber energi terbarukan lainnya.

Allah S.W.T. berfirman dalam Surah Yunus ayat ke 101

قُلْ اَنْظُرُوا مَاذَا فِي السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَمَا تُغْنِي الْآيَاتُ وَالنُّذُرُ عَنْ قَوْمٍ لَا يُؤْمِنُونَ

“Katakanlah (Nabi Muhammad), “Perhatikanlah apa saja yang ada di langit dan di bumi!” Tidaklah berguna tanda-tanda (kebesaran Allah) dan peringatan-peringatan itu (untuk menghindarkan azab Allah) dari kaum yang tidak beriman.”
(QS.Yunus [10]: 101)

Ayat ini mendorong manusia untuk menggunakan kemampuan akal dan pengamatan ilmiah dalam memahami fenomena alam. Pengamatan terhadap langit dan bumi mencakup segala bentuk keteraturan energi, gerak, dan interaksi fisika yang terjadi di alam semesta.

Demikian pula dalam firman-Nya dalam Surah Al-Ghasyiyah [88]: 17–20, yang artinya:

“Maka tidakkah mereka memperhatikan unta bagaimana diciptakan, dan langit bagaimana ditinggikan, dan gunung-gunung bagaimana ditegakkan, dan bumi bagaimana dihamparkan?” (QS. Al-Ghasyiyah [88]: 17–20)

Ayat tersebut mengandung ajakan eksploratif dan reflektif agar manusia meneliti ciptaan Allah secara mendalam. Dalam konteks ilmu pengetahuan modern, seruan ini dapat dimaknai sebagai dorongan untuk melakukan penelitian dan inovasi teknologi guna memanfaatkan potensi alam secara berkelanjutan, termasuk dalam pengembangan energi terbarukan yang ramah lingkungan.

Refleksi ilmiah

Pemanfaatan energi alternatif seperti tenaga surya, angin, dan air tidak hanya merupakan kebutuhan teknologi masa kini, tetapi juga perwujudan tanggung jawab manusia sebagai khalifah di bumi untuk menjaga keseimbangan alam. Dengan demikian, penguasaan ilmu fisika dan teknologi energi terbarukan memiliki dimensi ibadah dan etika ekologis, karena sejalan dengan ajaran Islam untuk memelihara ciptaan Allah dan tidak berbuat kerusakan di muka bumi.

Energi Angin dalam Perspektif Fisika dan Al-Qur'an

Dalam fisika, angin didefinisikan sebagai gerakan udara dari daerah bertekanan tinggi menuju daerah bertekanan rendah. Perbedaan tekanan ini terjadi akibat pemanasan permukaan Bumi yang tidak merata oleh sinar Matahari, sehingga udara di suatu wilayah menjadi lebih panas dan ringan dibanding wilayah lainnya.

Gerakan udara tersebut mengandung energi kinetik, yang secara teknologi dapat dikoversi menjadi energi listrik melalui turbin angin. Prinsip ini menjadi dasar pengembangan energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Dalam Al-Qur'an, angin dipandang sebagai salah satu bentuk rahmat Allah S.W.T yang membawa manfaat bagi kehidupan, sebagaimana disebutkan dalam Surah Al-A'raf ayat ke 57

وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ ۖ حَتَّىٰ إِذَا أَقْلَتَ سَحَابًا ثِقَالًا سَقْنَهُ
لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَانزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ ۚ كَذَٰلِكَ نُخْرِجُ الْمَوْتَىٰ
لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ

“Dialah yang mendatangkan angin sebagai kabar gembira yang mendahului kedatangan rahmat-Nya (hujan) sehingga apabila (angin itu) telah memikul awan yang berat, Kami halau ia ke suatu negeri yang mati (tandus), lalu Kami turunkan hujan di daerah itu. Kemudian Kami tumbuhkan dengan hujan itu berbagai macam buah-buahan. Seperti itulah Kami membangkitkan orang-orang mati agar kamu selalu ingat.” (QS. Al-A'raf [7]: 57)

Ayat ini menunjukkan bahwa angin bukan sekadar fenomena alam, tetapi juga bagian dari sistem ketetapan Ilahi yang menjaga keseimbangan ekosistem dan menjadi sumber inspirasi bagi pengembangan teknologi hijau di masa kini.

Energi Air dalam Perspektif Fisika dan Al-Qur'an

Energi air merupakan salah satu bentuk energi terbarukan yang bersumber dari energi kinetik dan potensial air yang mengalir. Dalam fisika, energi ini dapat diubah menjadi energi listrik melalui konversi mekanik pada turbin. Pemanfaatan energi air memiliki keunggulan karena bersifat bersih, berkelanjutan, dan ramah lingkungan, sehingga menjadi bagian penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim dan pelestarian alam.

Dalam perspektif Islam, air tidak hanya dipandang sebagai sumber kehidupan, tetapi juga simbol rahmat dan kekuasaan Allah. Salah satu kisah yang menggambarkan keajaiban dan pentingnya air terdapat dalam QS. Al-Baqarah [2]: 60, ketika Nabi Musa a.s. memukulkan tongkatnya ke batu atas perintah Allah, lalu memancarlah dua belas mata air bagi Bani Israil:

وَإِذِ اسْتَسْقَىٰ مُوسَىٰ لِقَوْمِهِ فَقُلْنَا اضْرِبْ بِعَصَاكَ الْحَجَرَ فَانْفَجَرَتْ مِنْهُ اثْنَتَا عَشْرَةَ عَيْنًا قَدْ عَلِمَ كُلُّ أُنَاسٍ مَّشْرَبَهُمْ ۖ كُلُوا وَاشْرَبُوا مِنْ رِّزْقِ اللَّهِ وَلَا تَعَثُوا فِي الْأَرْضِ مُمْسِدِينَ

“(Ingatlah) ketika Musa memohon (curahan) air untuk kaumnya. Lalu, Kami berfirman, “Pukullah batu itu dengan tongkatmu!” Maka, memancarlah darinya (batu itu) dua belas mata air. Setiap suku telah mengetahui tempat minumannya (masing-masing). Makan dan minumlah rezeki (yang diberikan) Allah dan janganlah melakukan kejahatan di bumi dengan berbuat kerusakan. ”
(QS.Al-Baqarah [2]: 60)

Ayat ini menggambarkan hubungan antara kekuasaan Allah, air, dan kehidupan, serta menegaskan bahwa air adalah sumber energi dan keberlanjutan yang dianugerahkan Tuhan kepada manusia. Dalam konteks modern, pengelolaan air untuk pembangkit energi listrik (seperti PLTA) dapat dipandang sebagai bentuk aktualisasi peran manusia sebagai khalifah di bumi, yaitu memanfaatkan nikmat Allah dengan ilmu pengetahuan untuk kemaslahatan bersama tanpa merusak keseimbangan alam.

Dengan demikian, pemanfaatan energi air tidak sekadar merupakan kegiatan teknologis, tetapi juga menjadi manifestasi dari nilai spiritual dan ekologis dalam ajaran Islam. Setiap tetes air dipandang sebagai amanah dari Allah yang wajib dijaga, dikelola, dan dimanfaatkan dengan penuh kebijaksanaan demi kemaslahatan kehidupan dan kelestarian alam.

2.2 Bentuk-bentuk Energi

Dalam fisika, bentuk-bentuk energi merepresentasikan manifestasi fisik dari energi dalam berbagai sistem. Energi dapat hadir dalam bentuk **energi kinetik**, **energi potensial**, **energi kalor**, **energi listrik**, maupun **energi cahaya**, tergantung pada mekanisme penyimpanan atau perpindahannya di dalam sistem tersebut.

2.2.1 Energi Kinetik

Energi kinetik didefinisikan sebagai energi yang dimiliki oleh suatu benda karena geraknya. Setiap benda yang bermassa dan bergerak dengan kecepatan tertentu memiliki energi kinetik. Besar energi ini bergantung pada massa benda dan besar kecepatan (kelajuan) geraknya; semakin besar keduanya, semakin besar pula energi kinetik yang dimiliki.

Secara matematis, energi kinetik dinyatakan dengan persamaan:

$$EK = \frac{1}{2}mv^2 \quad (2.2)$$

Dengan:

- EK = energi kinetik (J)
- m = massa benda (kg)
- v = kelajuan (m/s)

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa energi kinetik berbanding lurus dengan massa dan kuadrat besar kecepatan benda. Artinya, jika kelajuan suatu benda meningkat dua kali lipat, maka energi kinetiknya akan meningkat empat kali lipat.

2.2.2 Energi Potensial

energi potensial adalah energi yang tersimpan dalam suatu sistem karena posisi atau konfigurasinya terhadap medan gaya tertentu, seperti medan gravitasi atau medan elastis. Berbeda dengan energi kinetik yang bergantung pada gerak, energi potensial menggambarkan kemampuan suatu benda untuk melakukan usaha akibat kedudukannya dalam medan gaya.

Secara umum, energi potensial menunjukkan bahwa suatu benda yang berada pada posisi tertentu memiliki potensi untuk bergerak atau mengubah keadaan jika gaya yang bekerja padanya dilepaskan.

Energi Potensial Gravitasi

Secara umum, energi potensial menunjukkan bahwa suatu benda yang berada pada posisi tertentu memiliki potensi untuk bergerak atau mengubah keadaan jika gaya yang bekerja padanya dilepaskan.

Energi potensial gravitasi timbul karena kedudukan suatu benda dalam medan gravitasi bumi. Semakin tinggi posisi benda terhadap permukaan acuan, semakin besar energi potensial yang dimilikinya.

Secara matematis dinyatakan dengan:

$$EP_{grav} = mgh \quad (2.3)$$

Dengan:

- EP_{grav} = energi potensial gravitasi (J)
- m = massa benda (kg)
- g = besar percepatan gravitasi bumi (m/s^2)
- h = ketinggian benda dari permukaan acuan (m)

Persamaan ini menunjukkan bahwa energi potensial gravitasi berbanding lurus dengan massa benda dan ketinggiannya dari permukaan acuan.

Energi Potensial Elastik

Selain gravitasi, energi potensial juga dapat timbul pada benda elastis, seperti pegas atau karet, ketika mengalami perubahan bentuk. Energi ini disimpan dalam sistem akibat regangan atau tekanan dan dirumuskan sebagai:

$$EP_{elastik} = \frac{1}{2}kx^2 \quad (2.4)$$

Dengan:

- $EP_{elastik}$ = energi potensial elastik (J)
- k = konstanta pegas (N/m)
- x = pertambahan panjang atau regangan pegas (m)

Semakin besar regangan atau konstanta pegas, semakin besar energi potensial elastis yang tersimpan dalam sistem.

2.2.3 Energi Kalor

Energi kalor atau energi panas merupakan salah satu bentuk energi yang berhubungan dengan perpindahan energi termal antara dua benda atau sistem akibat adanya perbedaan suhu. Energi ini berpindah dari benda bersuhu lebih tinggi ke benda bersuhu lebih rendah hingga tercapai kesetimbangan termal.

Secara mikroskopis, energi kalor berkaitan dengan gerak acak partikel-partikel penyusun zat (atom atau molekul). Semakin tinggi suhu suatu zat, semakin besar energi kinetik rata-rata partikel-partikelnya, dan dengan demikian semakin besar pula energi kalor yang terkandung di dalamnya.

Definisi dan Rumus Dasar

Besarnya kalor (Q) yang diterima atau dilepaskan oleh suatu zat ketika terjadi perubahan suhu tanpa perubahan wujud dinyatakan oleh persamaan:

$$Q = mc\Delta T \quad (2.5)$$

Dengan:

- Q = jumlah kalor (J)
- m = massa zat (kg)
- c = kalor jenis zat (J/kg · K)
- ΔT = perubahan suhu (K)

Persamaan ini menunjukkan bahwa jumlah energi kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat bergantung pada massa zat, kalor jenisnya, dan besarnya perubahan suhu. Kalor jenis (c) merupakan karakteristik bahan yang menyatakan banyaknya energi kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1 kelvin.

Kalor Laten

Selain menyebabkan perubahan suhu, energi kalor juga dapat menyebabkan perubahan wujud zat tanpa mengubah suhunya. Energi yang diserap atau dilepaskan pada proses ini disebut kalor laten, dengan rumus umum:

$$Q = m \cdot L \quad (2.6)$$

Dengan:

- Q = jumlah kalor (J)
- m = massa zat (kg)
- L = kalor laten (J/kg)

Kalor laten mencakup dua jenis, yaitu:

- Kalor lebur (*latent heat of fusion*) : energi yang dibutuhkan untuk mengubah zat padat menjadi cair.
- Kalor uap (*latent heat of vaporization*) : energi yang dibutuhkan untuk mengubah zat cair menjadi gas.

Makna Fisis dan Konservasi Energi

Energi kalor merupakan salah satu bentuk manifestasi energi dalam sistem termodinamika. Ketika energi kalor berpindah, energi total sistem tetap konstan sesuai dengan hukum kekekalan energi, hanya bentuknya yang berubah, misalnya dari energi mekanik menjadi energi panas, atau sebaliknya.

Dalam kehidupan sehari-hari, energi kalor memiliki peranan penting, seperti dalam sistem pemanas, mesin pembakaran, pembangkit listrik tenaga uap, dan proses-proses biologis di alam. Pemahaman terhadap energi kalor juga menjadi dasar bagi pengembangan teknologi efisiensi energi dan energi terbarukan berbasis termal.

2.2.4 Energi Listrik

Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang timbul akibat adanya muatan listrik yang bergerak dalam suatu penghantar atau sistem listrik. Energi ini berasal dari gaya listrik yang bekerja pada muatan, menyebabkan muatan tersebut bergerak dan melakukan kerja. Dengan demikian, energi listrik termasuk ke dalam bentuk energi yang dapat diubah menjadi berbagai bentuk energi lain, seperti energi mekanik, energi panas, atau energi cahaya.

Definisi dan Rumus Dasar

Secara umum, energi listrik yang dihasilkan atau digunakan dalam suatu rangkaian listrik dirumuskan sebagai:

$$E = V \cdot I \cdot t \quad (2.7)$$

Dengan:

- E = energi listrik (J)
- V = beda potensial (tegangan) antara dua titik (V)
- I = kuat arus listrik yang mengalir (A)

- t = waktu arus mengalir (s)

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa energi listrik sebanding dengan tegangan, arus, dan lama waktu arus mengalir. Satuan joule (J) juga dapat dinyatakan dalam satuan watt-detik (W·s), karena 1 watt didefinisikan sebagai 1 joule per detik.

Hubungan dengan Daya Listrik

Daya listrik (P) menunjukkan laju energi listrik yang digunakan atau dihasilkan dalam suatu rangkaian, dengan hubungan:

$$P = \frac{E}{t} = V \cdot I \quad (2.8)$$

Jika hambatan listrik (R) diketahui, maka melalui Hukum Ohm ($V = IR$), daya juga dapat dinyatakan dalam bentuk lain:

$$P = I^2 \cdot R = \frac{V^2}{R} \quad (2.9)$$

Hubungan ini memperlihatkan bahwa energi listrik juga berkaitan dengan sifat resistif bahan penghantar. Semakin besar hambatan atau arus, semakin besar energi yang diubah menjadi bentuk lain seperti energi panas (efek Joule).

Energi listrik merupakan bentuk energi yang sangat mudah ditransmisikan dan diubah menjadi bentuk energi lainnya. Dalam sistem tenaga listrik, energi listrik dapat dihasilkan dari berbagai sumber seperti energi mekanik (generator), energi kimia (baterai), maupun energi surya (sel surya).

Berdasarkan Hukum Kekekalan Energi, energi listrik tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi hanya dapat berubah bentuk. Misalnya, pada lampu pijar energi listrik berubah menjadi cahaya dan panas, sedangkan pada motor listrik berubah menjadi energi mekanik berupa gerak.

Pemanfaatan energi listrik secara efisien merupakan salah satu bentuk tanggung jawab manusia terhadap sumber daya energi. Dalam konteks keberlanjutan dan nilai-nilai Islam, hal ini mencerminkan perintah untuk tidak berlebih-lebihan (*isrāf*) dan untuk memakmurkan bumi (*isti'mār*) dengan teknologi yang bijak.

Dengan semakin berkembangnya teknologi energi terbarukan seperti pembangkit listrik tenaga surya, angin, dan air, energi listrik menjadi sarana utama untuk mewujudkan keseimbangan antara kemajuan sains dan kelestarian lingkungan.

2.2.5 Hukum Konservasi Energi

energi didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan usaha (kerja). Segala bentuk interaksi dalam alam semesta; baik dalam sistem mekanik, termal, listrik, maupun nuklir; selalu melibatkan perpindahan atau perubahan bentuk energi. Namun, menurut prinsip dasar yang dikenal sebagai Hukum Konservasi Energi, energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, tetapi hanya dapat berubah bentuk dari satu jenis ke jenis lain atau berpindah dari satu sistem ke sistem lain, tanpa mengubah jumlah total energi di alam semesta.

Secara matematis, hukum ini dapat dinyatakan sebagai:

$$E_{total} = konstan \quad (2.10)$$

atau dalam bentuk perubahan

$$\Delta E_{total} = 0 \quad (2.11)$$

Artinya, jika suatu sistem memperoleh energi dalam satu bentuk, maka energi tersebut pasti berasal dari bentuk energi lain yang berkurang dalam jumlah yang sama. Tidak ada energi yang hilang, hanya berpindah atau berubah bentuk.

Aplikasi dalam Energi Mekanik

Dalam sistem mekanik yang ideal (tanpa gesekan), jumlah energi kinetik dan energi potensial selalu tetap, yaitu:

$$E_{mekanik} = EP + EK = konstan \quad (2.12)$$

Dengan:

- $E_{mekanik}$ = energi mekanik (J)
- EP = energi potensial (J)
- EK = energi kinetik (J)

Contohnya pada gerak benda jatuh bebas: saat benda jatuh, energi potensial gravitasi berkurang, tetapi energi kinetik bertambah dengan jumlah yang sama. Dengan demikian, energi total sistem tetap konstan, meskipun bentuknya berubah.

Perluasan pada Sistem Nyata

Dalam sistem nyata, sebagian energi sering berubah menjadi bentuk lain seperti energi panas akibat gesekan, atau energi suara. Walaupun bentuk energi berubah, jumlah keseluruhannya tetap sama. Dalam bentuk umum, kekekalan energi dapat ditulis sebagai:

$$E_{masuk} = E_{keluar} + E_{tersimpan} + E_{hilang(panas,bunyi,dll)} \quad (2.13)$$

Pendekatan ini menjadi dasar dalam analisis energi di berbagai cabang fisika, teknik, dan ilmu lingkungan.

Makna Konseptual dan Filosofis

Secara konseptual, hukum kekekalan energi menegaskan adanya keteraturan dan keseimbangan alam. Tidak ada proses alamiah yang berjalan secara acak tanpa mempertahankan keseimbangan energi. Prinsip ini menjadi fondasi penting dalam memahami keteraturan semesta yang tunduk pada hukum-hukum yang pasti.

Dalam perspektif Islam, prinsip kekekalan energi dapat dimaknai sebagai manifestasi dari sunnatullah; hukum-hukum tetap yang Allah tetapkan untuk mengatur alam semesta. Al-Qur'an berulang kali menegaskan keteraturan dan keseimbangan ciptaan, sebagaimana dalam firman Allah:

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ
وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا

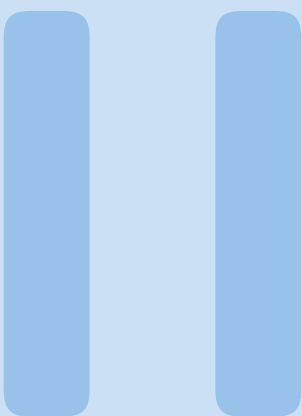
“(Yaitu Zat) yang milik-Nyalah kerajaan langit dan bumi, (Dia) tidak mempunyai anak, dan tidak ada satu sekutu pun dalam kekuasaan(-Nya). Dia telah menciptakan segala sesuatu, lalu menetapkan ukuran-ukurannya dengan tepat. ”
(QS.Al-Furqan [25]: 2)

Ayat ini sejalan dengan pemahaman ilmiah bahwa alam semesta berjalan dalam keseimbangan energi yang konstan dan teratur, menunjukkan kebijaksanaan dan kekuasaan Allah dalam mencipta dan memelihara ciptaan-Nya.

Pemahaman terhadap hukum kekekalan energi menjadi dasar pengembangan berbagai teknologi efisien dan berkelanjutan, seperti:

- Konversi energi listrik menjadi energi mekanik pada motor, atau sebaliknya pada generator.
- Pemanfaatan energi panas bumi, air, dan angin untuk sumber energi bersih.
- Sistem konservasi energi dalam perancangan mesin dan bangunan hemat energi.

Dengan memahami dan menerapkan prinsip kekekalan energi, manusia tidak hanya meningkatkan efisiensi teknologi, tetapi juga menunaikan tanggung jawab moral dan spiritual untuk menjaga keseimbangan alam sebagai bentuk ketaatan terhadap amanah sebagai khalifah di bumi.



Semester Dua

3	Pemanasan Global	69
3.1	Penyebab Pemanasan Global	
3.2	Indikator Pemanasan Global	
3.3	Mitigasi Pemanasan Global	
4	Kinematika Gerak	81
4.1	Gerak bersifat relatif	
4.2	Posisi dan Perpindahan	
4.3	Kecepatan	
4.4	Percepatan	
4.5	Gerak dengan kecepatan tetap	
4.6	Gerak dengan percepatan tetap	
4.7	Memadu gerak	
	Daftar Bacaan	101
	Al-Qur'an Karim	
	Buku	
	Indeks	103



3. Pemanasan Global

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, murid mampu:

- ✓ Menjelaskan konsep dan definisi pemanasan global secara ilmiah serta mengaitkannya dengan tanggung jawab manusia sebagai khalifah di bumi sebagaimana dijelaskan dalam Al-Qur'an (QS. Al-Baqarah [2]: 30).
- ✓ Menganalisis faktor-faktor penyebab pemanasan global, baik yang bersumber dari aktivitas alam maupun perbuatan manusia, dengan menumbuhkan kesadaran akan larangan berbuat kerusakan di muka bumi (QS. Ar-Rum [30]: 41).
- ✓ Mendeskripsikan dampak pemanasan global terhadap lingkungan, ekosistem, dan kehidupan manusia dengan menumbuhkan rasa syukur dan tanggung jawab atas amanah menjaga keseimbangan alam (QS. Al-A'raf [7]: 56).
- ✓ Mengevaluasi upaya mitigasi pemanasan global melalui penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi yang selaras dengan prinsip Islam tentang islah (perbaikan) dan keberlanjutan (QS. Al-Qashash [28]: 77).
- ✓ Merancang strategi penanggulangan dan pencegahan pemanasan global yang berkelanjutan dengan berlandaskan pada nilai-nilai keadilan, kepedulian, dan kelestarian lingkungan sebagaimana diajarkan dalam Al-Qur'an (QS. Al-A'raf [7]: 85).

Cakupan Materi

Pemanasan Global
Penyebab Pemanasan Global
Indikator Pemanasan Global
Mitigasi Pemanasan Global
Adaptasi terhadap Pemanasan Global

Pengantar

Pemanasan Global dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains

Pemanasan global (global warming) adalah peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi yang disebabkan oleh akumulasi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O). Proses ini mengubah keseimbangan energi bumi dan berdampak pada sistem iklim secara menyeluruh.

Dalam perspektif Al-Qur'an, fenomena ini dapat dikaitkan dengan amanah manusia sebagai khalifah (pemelihara bumi). Allah berfirman:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ
فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا
تَعْلَمُونَ

“(Ingatlah) ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, “Aku hendak menjadikan khalifah di bumi.” Mereka berkata, “Apakah Engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?” Dia berfirman, “Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui.””

(QS.Al-Baqarah [2]: 30)

Ayat ini mengandung pesan moral bahwa manusia bertanggung jawab menjaga keseimbangan alam, bukan merusaknya melalui aktivitas yang berlebihan dan tidak berkelanjutan.

3.1 Penyebab Pemanasan Global

Pemanasan global merupakan peningkatan suhu rata-rata atmosfer dan permukaan bumi yang terjadi secara bertahap dalam jangka waktu panjang. Secara ilmiah, fenomena ini disebabkan oleh beberapa faktor yang memengaruhi keseimbangan energi di atmosfer bumi, yaitu efek rumah kaca, efek umpan balik, dan variasi aktivitas matahari.

1. Efek Rumah Kaca (*Greenhouse Effect*)

Efek rumah kaca adalah proses alami yang menjaga suhu bumi agar tetap stabil dan memungkinkan kehidupan berlangsung. Proses ini terjadi ketika radiasi matahari yang masuk ke atmosfer bumi diserap oleh permukaan bumi, kemudian dipantulkan kembali dalam bentuk radiasi inframerah (panas).

Sebagian dari radiasi panas ini diserap dan dipantulkan kembali oleh gas-gas rumah kaca di atmosfer, seperti:

- Karbon dioksida (CO_2),
- Metana (CH_4),
- Dinitrogen oksida (N_2O), dan
- Uap air (H_2O).

Gas-gas tersebut berfungsi seperti kaca pada rumah kaca menahan sebagian panas agar bumi tidak terlalu dingin. Tanpa efek rumah kaca alami, suhu rata-rata bumi akan turun drastis hingga sekitar -18°C , dan kehidupan tidak akan mampu bertahan.

Namun, kegiatan manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, penebangan hutan, dan aktivitas industri menyebabkan peningkatan kadar gas rumah kaca di atmosfer. Akibatnya, lebih banyak panas yang terperangkap dan tidak dapat keluar ke angkasa, sehingga suhu bumi meningkat secara signifikan. Fenomena inilah yang dikenal sebagai pemanasan global (*global warming*).

2. Efek Umpan Balik (*Feedback Effect*)

Efek umpan balik adalah mekanisme penguatan (amplifikasi) dalam sistem iklim, di mana perubahan awal pada suhu bumi dapat menimbulkan serangkaian reaksi yang memperbesar efek pemanasan. Beberapa bentuk efek umpan balik antara lain:

- **Pelelehan es kutub:** Saat suhu bumi naik, lapisan es di daerah kutub mulai mencair. Permukaan yang sebelumnya tertutup es putih (memantulkan panas) berubah menjadi laut yang gelap (menyerap panas lebih banyak). Akibatnya, suhu meningkat lebih cepat dan es mencair semakin luas membentuk lingkaran pemanasan berkelanjutan.
- **Kenaikan suhu laut:** Air laut yang menghangat akan melepaskan sebagian gas CO_2 yang sebelumnya tersimpan di dalamnya. Gas ini menambah konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer, yang kemudian memperkuat efek rumah kaca.
- **Perubahan tutupan vegetasi:** Pemanasan yang berlebihan dapat mengubah pola pertumbuhan tumbuhan dan mempercepat pelepasan karbon dari tanah.

Dengan demikian, efek umpan balik bukan penyebab utama pemanasan global, tetapi memperkuat dan mempercepat proses pemanasan yang sudah berlangsung akibat peningkatan gas rumah kaca.

3. Variasi Aktivitas Matahari (*Solar Variation*)

Matahari merupakan sumber energi utama bagi bumi. Energi yang dipancarkan matahari tidak selalu konstan, terjadi sedikit perubahan karena aktivitas di permukaannya, seperti bintik matahari (*sunspots*) dan ledakan matahari (*solar flares*).

Ketika aktivitas matahari meningkat, intensitas radiasi yang mencapai bumi juga sedikit bertambah, dan sebaliknya ketika aktivitas menurun. Namun, perubahan energi ini sangat kecil dan tidak sebanding dengan peningkatan suhu global yang diamati sejak era industrialisasi.

Penelitian dari NASA dan IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) menunjukkan bahwa variasi aktivitas matahari hanya menyumbang sebagian kecil (kurang dari 10%) terhadap perubahan suhu global. Sebagian besar pemanasan global disebabkan oleh aktivitas manusia yang meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer.

3.2 Indikator Pemanasan Global

Dalam pandangan Islam, alam semesta diciptakan Allah dengan sistem yang teratur dan seimbang (*mīzān*). Gangguan terhadap keseimbangan tersebut akan menimbulkan kerusakan ekologis, sebagaimana diperingatkan dalam Al-Qur'an:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia. (Melalui hal itu) Allah membuat mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”
(QS.Ar-Rum [30]: 41)

Oleh karena itu, memahami indikator ilmiah pemanasan global bukan hanya upaya ilmiah, tetapi juga bagian dari tanggung jawab moral dan spiritual manusia sebagai khalifah di bumi.

1. Peningkatan Suhu Rata-rata Global

Data observasi dari badan klimatologi dunia seperti NASA dan IPCC menunjukkan bahwa suhu rata-rata permukaan bumi telah meningkat sekitar 1.1 °C sejak era pra-industri (1850–1900). Kenaikan ini merupakan indikator utama pemanasan global, karena memengaruhi semua komponen sistem iklim; atmosfer, laut, daratan, dan biosfer.

Secara ilmiah, peningkatan suhu ini disebabkan oleh efek rumah kaca yang berlebih, di mana energi panas yang seharusnya dipantulkan ke luar angkasa terperangkap oleh lapisan gas di atmosfer.

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

“Dan Kami ciptakan segala sesuatu menurut ukuran (qadar).”
(QS.Al-Qamar [54]: 49)

Ayat ini menggambarkan bahwa setiap sistem di alam memiliki ukuran dan keseimbangan tertentu. Ketika keseimbangan energi bumi terganggu, maka sistem iklim pun berubah.

2. Pemanasan Permukaan Air Laut

Lebih dari 90% panas berlebih yang dihasilkan akibat peningkatan gas rumah kaca diserap oleh lautan. Akibatnya, suhu permukaan laut meningkat, memicu perubahan sirkulasi arus laut dan mengganggu sistem cuaca global. Fenomena pemutihan terumbu karang (*coral bleaching*) adalah salah satu bukti paling nyata, di mana suhu laut yang terlalu tinggi menyebabkan matinya alga simbiosis dalam karang.

وَهُوَ الَّذِي سَخَّرَ الْبَحْرَ لَكُمْ تَكْوِناً مِّنْهُ لَحْمٌ طَرِيّاً وَتَسْتَخْرِجُوا مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى
الْفُلْكَ مَوَازِيرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

“Dialah yang menundukkan lautan (untukmu) agar kamu dapat memakan daging yang segar (ikan) darinya dan (dari lautan itu) kamu mengeluarkan perhiasan yang kamu pakai. Kamu (juga) melihat perahu berlayar padanya, dan agar kamu mencari sebagian karunia-Nya, dan agar kamu bersyukur.”
(QS.An-Nahl [16]: 14)

Laut adalah sumber kehidupan yang ditundukkan untuk manusia. Kerusakannya menjadi peringatan agar manusia menjaga keseimbangan yang telah Allah tetapkan.

3. Pencairan Es di Kutub dan Pegunungan

Suhu global yang meningkat menyebabkan pencairan lapisan es di kutub dan gletser di pegunungan tinggi. Pencairan ini menurunkan albedo bumi (kemampuan memantulkan cahaya), sehingga lebih banyak panas diserap dan mempercepat pemanasan; suatu bentuk umpan balik positif dalam sistem iklim. Selain berdampak pada kenaikan permukaan air laut, hilangnya es juga mengancam habitat satwa seperti beruang kutub, penguin, dan spesies laut Arktik lainnya.

Fenomena ini mengingatkan pada pentingnya fungsi gunung dan es sebagai penstabil bumi, sebagaimana firman Allah:

وَالْجِبَالِ أَوْتَادًا^ص

“Dan gunung-gunung itu telah Kami pasang sebagai pasak-pasak (peneguh bumi).”
(QS.An-Naba’ [78]: 7)

4. Kenaikan Permukaan Air Laut

Kombinasi antara pencairan es dan pemuaiian termal air laut menyebabkan kenaikan rata-rata permukaan laut global sekitar 20 cm dalam satu abad terakhir. Fenomena ini mengancam wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil, menimbulkan risiko erosi pantai, intrusi air laut, dan kehilangan habitat mangrove.

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَوْزُونٍ

“Kami telah menghamparkan bumi, memancangkan padanya gunung-gunung, dan menumbuhkan di sana segala sesuatu menurut ukuran(-nya).”
(QS.Al-Hijr [15]: 19)

Keseimbangan geografis bumi adalah bagian dari tatanan ciptaan Allah. Ketika sistemnya berubah akibat perbuatan manusia, maka struktur ekologis pun terganggu.

5. Perubahan Pola Curah Hujan dan Cuaca Ekstrem

Pemanasan global memengaruhi distribusi uap air dan pola sirkulasi atmosfer. Akibatnya, terjadi pergeseran pola hujan, di mana beberapa wilayah mengalami kekeringan ekstrem, sedangkan wilayah lain dilanda banjir. Selain itu, intensitas badai tropis, topan, dan gelombang panas juga meningkat signifikan dalam beberapa dekade terakhir.

هُوَ الَّذِي يُرِيكُمْ الْبَرْقَ خَوْفًا وَطَمَعًا وَيُنْشِئُ السَّحَابَ الثِّقَالَ^ج

“Dialah yang memperlihatkan kepadamu kilat (untuk menimbulkan) ketakutan dan harapan (akan turun hujan) serta menjadikan awan yang berat (mendung).”
(QS.Ar-Ra’d [13]: 12)

Ayat ini menunjukkan keseimbangan antara ketakutan dan harapan dalam fenomena alam. Namun, ketika keseimbangan iklim terganggu, fenomena ini dapat berubah menjadi bencana.

6. Peningkatan Frekuensi Kebakaran Hutan

Suhu yang lebih tinggi dan periode kering yang panjang meningkatkan risiko kebakaran hutan alami maupun antropogenik. Kebakaran ini melepaskan jutaan ton karbon ke atmosfer, mengurangi penyerapan CO₂ oleh vegetasi, dan memperburuk siklus pemanasan global.

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ

“(Demikian pula) bumi yang Kami hamparkan serta Kami pancangkan di atasnya gunung-gunung yang kukuh dan Kami tumbuhkan di atasnya berbagai jenis (tetumbuhan) yang indah”
(QS.Qaf [50]: 7)

Ayat ini menegaskan peran vegetasi dalam menjaga keseimbangan bumi. Ketika hutan musnah, hilanglah salah satu penopang utama sistem iklim.

7. Perubahan Fenologi Biologis

Pemanasan global menyebabkan pergeseran waktu biologis (fenologi) pada tumbuhan dan hewan. Banyak tanaman berbunga lebih awal, burung bermigrasi lebih cepat, dan musim tanam bergeser. Fenomena ini menandakan disinkronisasi ekosistem yang dapat mengganggu rantai makanan dan produktivitas pertanian.

وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ خِلْفَةً لِمَنْ أَرَادَ أَنْ يَذَّكَّرَ أَوْ أَرَادَ شُكُورًا

“Dia (pula) yang menjadikan malam dan siang silih berganti bagi orang yang ingin mengambil pelajaran atau ingin bersyukur.”
(QS.Al-Furqan [25]: 62)

Keteraturan waktu adalah bagian dari sunnatullah. Ketika keteraturan biologis ini berubah, berarti keseimbangan alami telah terganggu. Seluruh indikator ilmiah pemanasan global menunjukkan bahwa bumi sedang mengalami ketidakseimbangan energi dan iklim yang nyata.

Al-Qur'an sejak 14 abad lalu telah mengingatkan manusia untuk tidak merusak bumi setelah Allah memperbaikinya:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِنَ الْمُحْسِنِينَ

“Janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah diatur dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat dengan orang-orang yang berbuat baik.”
(QS.Al-A'raf [7]: 56)

Maka, memahami fenomena pemanasan global bukan sekadar tuntutan ilmiah, tetapi juga wujud ketaatan spiritual untuk menjaga amanah bumi. Upaya mitigasi dan adaptasi iklim sejatinya adalah ibadah ekologis, bentuk nyata syukur atas ciptaan Allah, dan langkah menuju keseimbangan kembali antara manusia dan alam.

3.3 Mitigasi Pemanasan Global

Mitigasi adalah segala upaya yang dilakukan untuk mengurangi atau menekan penyebab terjadinya pemanasan global.

Tujuan mitigasi adalah menurunkan jumlah gas rumah kaca (GRK), seperti karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan dinitrogen oksida (N_2O), yang dilepaskan ke atmosfer bumi.

Secara ilmiah, mitigasi bekerja dengan mengurangi sumber emisi gas rumah kaca dan meningkatkan kemampuan bumi dalam menyerap karbon, misalnya melalui hutan dan lautan. Dengan demikian, laju peningkatan suhu bumi dapat dikendalikan agar tidak melebihi ambang batas berbahaya bagi kehidupan.

Sebagaimana firman Allah dalam QS. Al-A'raf [7]:56, manusia diperintahkan untuk tidak merusak bumi. Prinsip ini menjadi dasar moral bagi upaya pelestarian lingkungan dan pencegahan pemanasan global.

Tujuan Mitigasi

1. Menurunkan emisi gas rumah kaca.
2. Mengendalikan kenaikan suhu global.
3. Meningkatkan daya serap karbon oleh alam.
4. Menjaga kelestarian sumber daya alam.
5. Mendorong pola hidup dan pembangunan berkelanjutan.

Langkah-Langkah Mitigasi Pemanasan Global

1. Transisi ke Energi Bersih

Sektor energi adalah penyumbang emisi terbesar karena pembakaran bahan bakar fosil (batubara, minyak, gas). Mitigasi dilakukan dengan mengganti energi fosil menjadi energi terbarukan, seperti tenaga surya, angin, air, dan panas bumi. Selain itu, penggunaan listrik efisien, penerapan *smart grid*, dan pengembangan kendaraan listrik juga termasuk upaya mitigasi.

2. Reboisasi dan Pelestarian Hutan

Hutan berperan sebagai penyerap karbon alami (*carbon sink*). Proses fotosintesis pada tumbuhan menyerap CO_2 dari udara dan menyimpannya dalam bentuk biomassa. Karena itu, menanam kembali hutan yang gundul (reboisasi) dan menjaga kelestarian hutan adalah strategi mitigasi yang sangat penting.

Contohnya:

- Penanaman kembali lahan kritis.
- Pengelolaan hutan lestari.
- Perlindungan hutan *mangrove* dan lahan gambut.

3. Efisiensi Energi dan Gaya Hidup Hemat

Mitigasi juga dapat dilakukan dengan menghemat energi dalam kegiatan sehari-hari, seperti:

- Mematikan lampu saat tidak digunakan.
- Menggunakan alat hemat listrik (lampu LED, AC *inverter*).
- Menggunakan kendaraan pribadi secara bijak atau beralih ke transportasi umum.

Langkah-langkah sederhana ini dapat mengurangi pembakaran bahan bakar fosil dan emisi gas rumah kaca.

إِنَّ الْمُبَذِّرِينَ كَانُوا إِخْوَانَ الشَّيْطَانِ ^{فِي} وَكَانَ الشَّيْطَانُ لِرَبِّهِ كَفُورًا

“Sesungguhnya para pemboros itu adalah saudara-saudara setan dan setan itu sangat ingkar kepada Tuhannya. ”
(QS. Al-Isra’ [17]: 27)

Islam melarang sikap boros dan mendorong efisiensi sebagai bentuk tanggung jawab terhadap sumber daya alam.

4. Pertanian dan Peternakan Ramah Lingkungan

Sektor pertanian dan peternakan juga menghasilkan gas rumah kaca, terutama metana (CH₄) dan dinitrogen oksida (N₂O).

Mitigasi dilakukan dengan:

- Menggunakan pupuk organik.
- Mengatur irigasi hemat air dan emisi.
- Mengelola kotoran ternak agar tidak menghasilkan gas berlebih.
- Mengembangkan pertanian berkelanjutan dan tanpa bakar.

هُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً ^ج فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا ^ج وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قَنَاطِيرُ دَانِيَةٌ وَجَنَّتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ ^{فِي} انْظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ^{فِي} إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

“Dialah yang menurunkan air dari langit lalu dengannya Kami menumbuhkan segala macam tumbuhan. Maka, darinya Kami mengeluarkan tanaman yang menghijau.

Darinya Kami mengeluarkan butir yang bertumpuk (banyak). Dari mayang kurma (mengurai) tangkai-tangkai yang menjuntai. (Kami menumbuhkan) kebun-kebun anggur. (Kami menumbuhkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa.

Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah dan menjadi masak. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang beriman. ”

(QS. Al-An‘am [6]: 99)

Ayat ini menunjukkan keteraturan siklus alam yang seimbang dan harus dijaga agar tetap lestari.

5. Transportasi Ramah Lingkungan

Transportasi merupakan salah satu sumber emisi karbon terbesar.

Mitigasi dilakukan dengan cara:

- Menggunakan transportasi umum, bersepeda, atau berjalan kaki.
- Mengembangkan kendaraan listrik dan bahan bakar ramah lingkungan (*biofuel*).
- Membangun sistem transportasi terpadu untuk mengurangi kemacetan dan emisi.

لَا
وَالَّذِي خَلَقَ الْأَزْوَاجَ كُلَّهَا وَجَعَلَ لَكُم مِّنَ الْفُلْكِ وَالْأَنْعَامِ مَا تَرْكَبُونَ

“(Dialah) yang menciptakan semua makhluk berpasang-pasangan dan menjadikan kapal laut untukmu serta hewan ternak untuk kamu tunggangi”
(QS. Az-Zukhruf [43]: 12)

Transportasi adalah nikmat Allah yang harus dimanfaatkan tanpa menimbulkan kerusakan di bumi.

6. Pengelolaan Limbah dan Konsumsi Berkelanjutan

Sampah, terutama sampah organik dan plastik, dapat menjadi sumber gas metana (CH₄) dan pencemar lingkungan.

Mitigasi dilakukan dengan:

- Mengurangi (*Reduce*) penggunaan barang sekali pakai.
- Menggunakan kembali (*Reuse*) barang yang masih layak.
- Mendaur ulang (*Recycle*) sampah agar tidak mencemari tanah dan air.

وَإِذَا تَوَلَّى سَعَىٰ فِي الْأَرْضِ لِيُفْسِدَ فِيهَا وَيُهْلِكَ الْحَرْثَ وَالنَّسْلَ ۚ وَاللَّهُ لَا يُحِبُّ
الْفُسَادَ

“Apabila berpaling (dari engkau atau berkuasa), dia berusaha untuk berbuat kerusakan di bumi serta merusak tanam-tanaman dan ternak. Allah tidak menyukai kerusakan.”
(QS. Al-Baqarah [2]: 205)

Allah mengingatkan manusia agar tidak merusak lingkungan melalui perilaku konsumsi yang berlebihan. Mitigasi pemanasan global adalah tanggung jawab ilmiah sekaligus spiritual. Melalui ilmu pengetahuan, manusia memahami mekanisme penyebab pemanasan global; melalui Al-Qur'an, manusia diingatkan untuk tidak merusak bumi dan menjaga keseimbangannya.

Adaptasi terhadap Pemanasan Global

Adaptasi adalah upaya menyesuaikan diri terhadap dampak pemanasan global yang sudah dan akan terjadi, sehingga kerugian dapat diminimalkan dan kehidupan manusia tetap berlanjut secara berkelanjutan.

Berbeda dengan mitigasi yang menarget sumber penyebab, adaptasi fokus pada menyesuaikan sistem sosial, ekonomi, dan ekologi agar tetap tangguh menghadapi perubahan iklim.

Contoh Kegiatan Adaptasi

- Mengembangkan pertanian tahan kekeringan atau banjir.
- Membangun sistem drainase dan pengelolaan air hujan yang adaptif.
- Menyusun pola tanam baru sesuai perubahan musim.
- Meningkatkan kesadaran dan pendidikan lingkungan.
- Membangun kebijakan kota hijau dan tangguh bencana.

Adaptasi mencerminkan hikmah dan kemampuan manusia menggunakan akal untuk bertahan dan berinovasi menghadapi ujian alam.

لَهُ مُعَقِّبَاتٌ مِّنْ بَيْنِ يَدَيْهِ وَمِنْ خَلْفِهِ يَحْفَظُونَهُ مِّنْ أَمْرِ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنفُسِهِمْ وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ سُوءًا فَلَا مَرَدَّ لَهُ وَمَا لَهُمْ مِّنْ دُونِهِ مِنْ وَالٍ

“Baginya (manusia) ada (malaikat-malaikat) yang menyertainya secara bergiliran dari depan dan belakangnya yang menjaganya atas perintah Allah. Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka mengubah apa yang ada pada diri mereka.

Apabila Allah menghendaki keburukan terhadap suatu kaum, tidak ada yang dapat menolaknya, dan sekali-kali tidak ada pelindung bagi mereka selain Dia.”

(QS. Ar-Ra'd [13]: 11)

Ayat ini mengajarkan bahwa manusia memiliki peran aktif untuk berubah dan beradaptasi terhadap tantangan, termasuk perubahan iklim.

Latihan Soal

No.	Soal
1.	Jelaskan pengertian pemanasan global serta apa saja faktor utama yang memicu terjadinya pemanasan global! Bagaimana pengaruhnya terhadap kehidupan manusia dan ekosistem?
2.	Efek rumah kaca menjadi salah satu pemicu naiknya suhu bumi. Uraikan konsep efek rumah kaca dan bagaimana fenomena ini dapat memengaruhi kehidupan manusia!
3.	Dalam pemanasan global terdapat mekanisme umpan balik (<i>feedback</i>). Apa yang dimaksud dengan umpan balik tersebut? Sebutkan beberapa contohnya dalam proses pemanasan global!
4.	Matahari memiliki perubahan aktivitas yang dapat berpengaruh pada iklim bumi. Apa yang kamu ketahui mengenai variasi aktivitas matahari tersebut dan bagaimana cara mengantisipasi dampaknya terhadap bumi?
5.	Mengapa pemanasan global dianggap sebagai masalah lingkungan yang sangat mengkhawatirkan? Jelaskan alasannya!
6.	Kenaikan permukaan air laut dapat mengancam kelangsungan hidup pulau-pulau kecil. Paparkan hubungan antara pemanasan global dengan tenggelamnya pulau-pulau kecil!
7.	Jelaskan bagaimana pemanasan global dapat menimbulkan ancaman terhadap keanekaragaman hayati, baik pada tumbuhan maupun hewan!
8.	Identifikasi berbagai perilaku dan aktivitas manusia yang dapat mempercepat terjadinya pemanasan global!
9.	Sebutkan upaya yang dapat dilakukan manusia untuk meminimalkan dampak negatif pemanasan global bagi keberlangsungan hidup di bumi!
10.	Sebagai seorang yang mempelajari fisika, langkah apa yang dapat kamu kontribusikan dalam mencari solusi atas isu pemanasan global?



4. Kinematika Gerak

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, murid mampu:

- ✓ Menumbuhkan kesadaran akan kebesaran Allah SWT melalui keteraturan hukum-hukum gerak yang menunjukkan kekuasaan dan kebijaksanaan-Nya, sebagaimana firman Allah S.W.T. dalam surah QS. Al-Anbiya' [21]: 33
- ✓ Menjelaskan konsep gerak dan besaran-besaran kinematika (posisi, kecepatan, dan percepatan) dengan benar berdasarkan hasil pengamatan atau simulasi.
- ✓ Menganalisis hubungan antara posisi, kecepatan, percepatan dan waktu melalui grafik atau perhitungan matematis.
- ✓ Menunjukkan sikap ilmiah seperti teliti, jujur, dan tanggung jawab dalam melakukan pengukuran serta pencatatan data gerak.
- ✓ Mengaitkan keteraturan gerak benda di alam semesta dengan keteraturan kehidupan manusia, bahwa sebagaimana benda tunduk pada hukum Allah di alam, manusia pun sepatutnya tunduk pada ketetapan dan aturan Allah dalam kehidupannya.
- ✓ Merefleksikan nilai-nilai tauhid dan ketertiban dalam memahami konsep gerak, bahwa setiap perubahan posisi dan waktu terjadi atas izin dan kehendak Allah SWT.

Cakupan Materi

Gerak Bersifat Relatif
Posisi dan Perpindahan
Kecepatan dan Percepatan
Gerak dengan Kecepatan tetap
Gerak dengan Percepatan tetap
Memadu Gerak

Pengantar

Kinematika Gerak dalam Perspektif Al-Qur'an

Gerak adalah salah satu fenomena paling mendasar dalam kehidupan dan alam semesta. Sejak manusia membuka mata, ia telah dikelilingi oleh berbagai bentuk gerak; dari berputarnya bumi pada porosnya, beredarnya bulan mengelilingi bumi, hingga jatuhnya tetes air hujan ke tanah. Semua itu menunjukkan bahwa gerak adalah sunnatullah (hukum alam ciptaan Allah) yang berlaku secara teratur dan terukur.

Al-Qur'an telah lama mengisyaratkan keteraturan dan keberaturan gerak ini dalam berbagai ayat-Nya. Dalam Surah Yā Sīn ayat 38 Allah S.W.T berfirman:

وَالشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَهَا ذَلِكَ تَقْدِيرُ الْعَزِيزِ الْعَلِيمِ

“(Suatu tanda juga atas kekuasaan Allah bagi mereka adalah) matahari yang berjalan di tempat peredarannya. Demikianlah ketetapan (Allah) Yang Mahaperkasa lagi Maha Mengetahui.”

(QS. Yā Sīn [36]: 38)

Ayat ini menggambarkan bahwa setiap benda langit bergerak pada jalurnya (orbit) dengan teratur sesuai ketentuan Allah. Fenomena ini merupakan salah satu contoh nyata dari keteraturan gerak di alam semesta, sebagaimana yang dipelajari dalam ilmu fisika melalui cabang kinematika; ilmu yang mempelajari tentang gerak tanpa memperhatikan penyebabnya.

Melalui kinematika, kita belajar memahami bagaimana suatu benda berpindah posisi dari satu tempat ke tempat lain, bagaimana kecepatan dan percepatannya berubah, serta bagaimana waktu memengaruhi perpindahan tersebut. Pemahaman ini bukan hanya penting untuk menguasai konsep fisika, tetapi juga menjadi sarana untuk merenungkan kebesaran dan ketelitian ciptaan Allah.

Sebagaimana ditegaskan pula dalam Surah Al-Anbiyā'

وَهُوَ الَّذِي خَلَقَ اللَّيْلَ وَالنَّهَارَ وَالشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ

“Dialah yang telah menciptakan malam dan siang, matahari dan bulan. Masing-masing beredar pada garis edarnya.”

(QS. Al-Anbiyā' [21]: 33)

Ayat ini mengajarkan bahwa setiap gerak di alam semesta memiliki arah, kecepatan, dan keteraturan, sebagaimana konsep vektor dalam kinematika. Dengan memahami hukum-hukum gerak, manusia tidak hanya menambah pengetahuannya, tetapi juga memperkuat iman terhadap kekuasaan dan kebijaksanaan Allah yang mengatur setiap pergerakan dengan sempurna.

Mari kita memahami keagungan Allah melalui hukum-hukum Fisika, agar ilmu yang kita pelajari menuntun kita menjadi muslim yang beriman dan berilmu.

4.1 Gerak bersifat relatif

Dalam Al-Qur'an Surah An-Naml Allah S.W.T berfirman:

وَتَرَى الْجِبَالَ تَحْسَبُهَا جَامِدَةً وَهِيَ تَمُرُّ مَرَّ السَّحَابِ صُنِعَ اللَّهُ الَّذِي أَتَقَنَ كُلَّ شَيْءٍ إِنَّهُ خَبِيرٌ بِمَا تَفْعَلُونَ

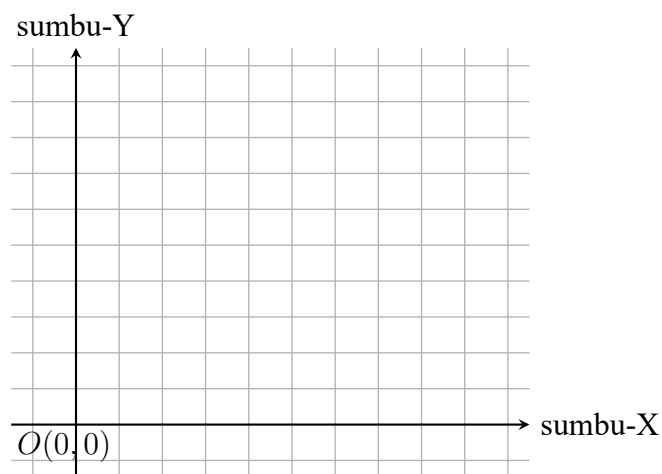
“Engkau akan melihat gunung-gunung yang engkau kira tetap di tempatnya, padahal ia berjalan seperti jalannya awan. (Demikianlah) penciptaan Allah menjadikan segala sesuatu dengan sempurna. Sesungguhnya Dia Mahateliti terhadap apa yang kamu kerjakan.”

(QS.An-Naml [27]: 88)

Ayat ini menggambarkan konsep gerak relatif, di mana benda yang tampak diam (gunung) sebenarnya ikut bergerak bersama bumi. Ini sejalan dengan pemahaman bahwa gerak selalu bergantung pada kerangka acuan pengamat. Berdasarkan ayat di atas, jelas bahwa dalam menganalisa gerak suatu benda kita memerlukan kerangka acuan atau sistem koordinat.

Dalam bab ini kita hanya akan menganalisa gerak dengan sistem koordinat kartesius 2 dimensi. Sistem koordinat kartesius 2 dimensi adalah sistem koordinat yang dibangun dari dua garis konstan yang saling tegak lurus.

Berikut adalah gambar sistem koordinat kartesius 2 dimensi.



Gambar 4.1: Sistem koordinat kartesius 2D.

Dengan adanya sistem koordinat kartesius maka kita dengan mudah dapat menyatakan posisi suatu benda. Posisi merupakan suatu besaran fundamental dalam kajian kinematika gerak, dengan mengetahui posisi maka besaran-besaran gerak yang lain dapat dengan mudah kita tentukan.

Dalam Al-Qur'an Surah Yasin ayat 40 Allah S.W.T berfirman:

لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ

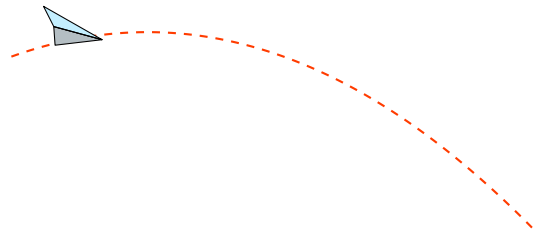
“Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya.”
(QS.Yasin [36]: 40)

Ayat ini menunjukkan bahwa matahari memiliki gerak dengan arah tertentu dan kecepatan tertentu, bukan diam. Dalam fisika, gerak terarah ini menggambarkan konsep vektor perpindahan dan vektor kecepatan dalam sistem tata surya.

4.2 Posisi dan Perpindahan

Dalam menganalisa gerak dengan mengetahui posisi benda dan kita melakukan pengamatan ternyata benda tersebut dalam selang waktu tertentu mengalami perubahan posisi maka kita katakan benda tersebut bergerak.

Tinjau sebuah benda / partikel yang bergerak pada suatu bidang dengan lintasan seperti pada gambar di bawah.

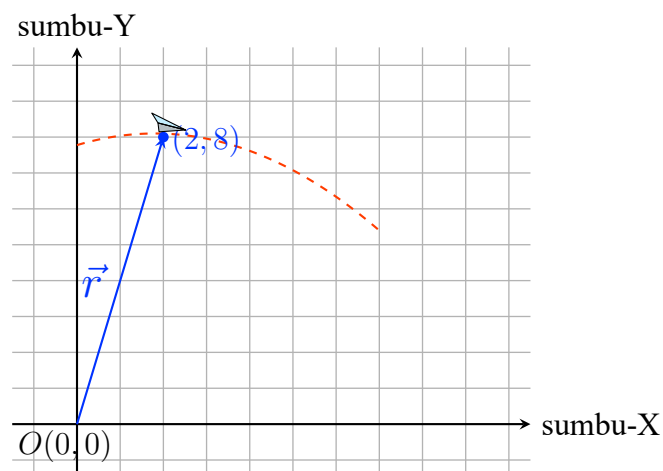


Gambar 4.2: Lintasan pesawat kertas.

Bagaimana menentukan posisinya?

Dengan mengambil suatu sistem koordinat, maka posisi benda yang bergerak itu dapat ditentukan.

Perhatikan gambar berikut!



Gambar 4.3: Grafik vektor posisi $\vec{r}$ pada titik koordinat $(2, 8)$ dengan lintasan pesawat kertas.

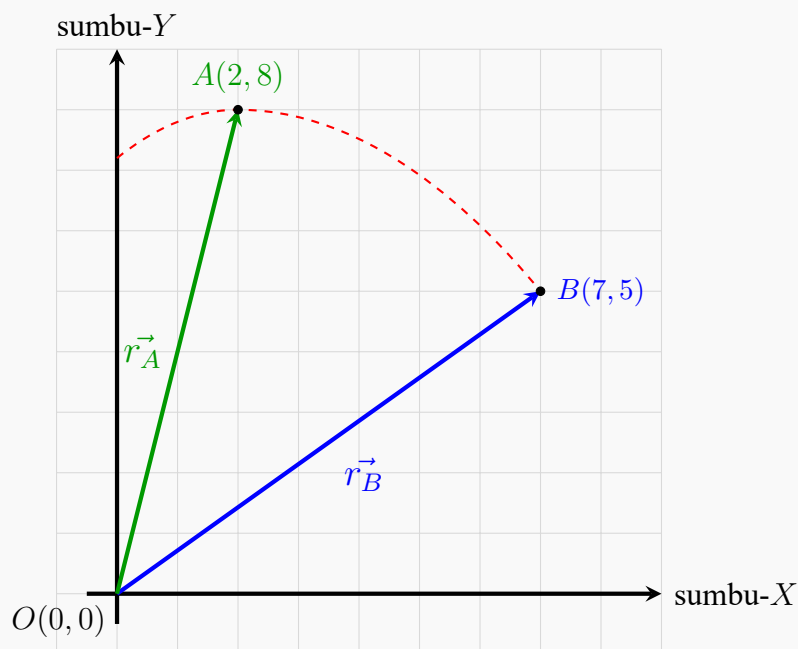
Berdasarkan gambar di atas posisi partikel dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\vec{r} = 2\hat{i} + 8\hat{j}$$

Dengan:

- $\vec{r}$ = vektor posisi
- $\hat{i}$ = vektor satuan yang menyatakan arah x membesar
- $\hat{j}$ = vektor satuan yang menyatakan arah y membesar

Uji Pemahaman 1—Tulislah vektor posisi benda yang berada di sistem koordinat kartesius berikut!

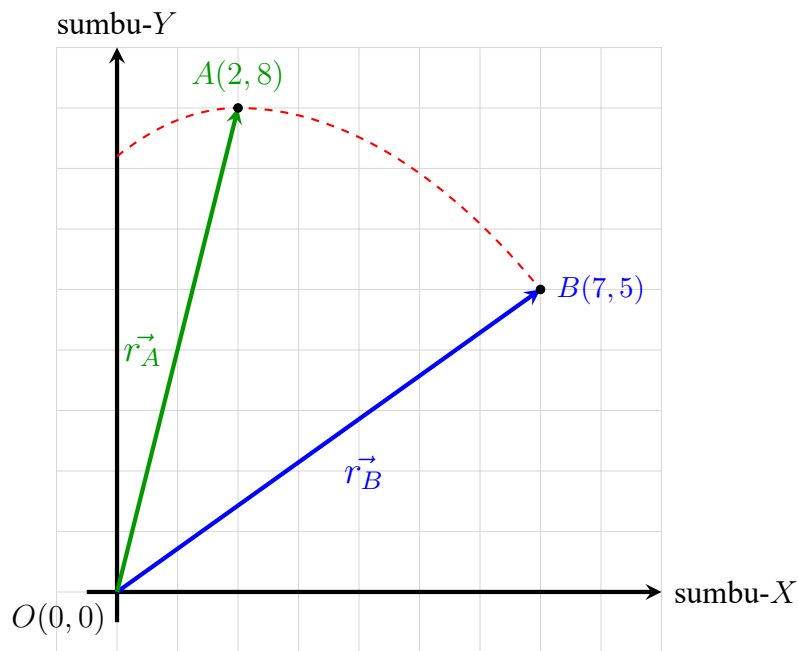


Jawaban:

.....

Sejauh ini kamu sudah dapat menentukan posisi sebuah benda yang berada dalam sistem koordinat kartesius. Sekarang kita lanjutkan dengan mengajukan pertanyaan, bagaimana menentukan perpindahan sebuah benda/partikel yang bergerak?.

Kita tinjau kembali gerak benda/partikel pada bahasan di atas. Misalkan pada saat t_0 benda berada di titik $A(2, 8)$ dan pada saat $t = t_0 + \Delta t$ benda berada di titik $B(7, 5)$ seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Tentukan perpindahan benda/partikel itu!

Kita tentunya tahu bahwa suatu benda dikatakan mengalami perpindahan apabila posisinya berubah terhadap titik acuan. Perpindahan didefinisikan sebagai selisih antara posisi akhir dan posisi awal benda.

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_B - \vec{r}_A \quad (4.1)$$

Dengan:

- $\Delta \vec{r}$ = perpindahan (m)
- $\vec{r}_A$ = posisi awal (saat t_0) (m)
- $\vec{r}_B$ = posisi akhir (saat t) (m)

Berdasarkan definisi perpindahan di atas, maka perpindahan benda dapat ditentukan sebagai berikut;

posisi awal :

$$\vec{r}_A = 2\hat{i} + 8\hat{j}$$

posisi akhir :

$$\vec{r}_B = 7\hat{i} + 5\hat{j}$$

perpindahan :

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_B - \vec{r}_A = \begin{pmatrix} 7 \\ 5 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 2 \\ 8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7-2 \\ 5-8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ -3 \end{pmatrix} = 5\hat{i} - 3\hat{j}$$

Ingat: pengurangan kita lakukan pada komponen yang sama.

Uji Pemahaman 2—Tentukan perpindahan sebuah benda yang bergerak dari titik A(5,9) ke titik B(-3,3)!

 **Jawaban:**

.....

Uji Pemahaman 3—Sebuah benda bergerak pada bidang xy . Jika koordinat x dan y benda tersebut dinyatakan oleh persamaan $x = 30t$ dan $y = 40t - 5t^2$, dengan x dan y dalam meter serta t dalam sekon. Tulislah persamaan posisi benda tersebut.

 **Jawaban:**

.....

Muhasabah: Sebelum melanjutkan ke bagian berikutnya, murid diharapkan berdiskusi dan menanyakan kepada guru segala hal yang belum dipahami agar memperoleh pemahaman yang lebih mendalam.



Ilmu bukan sekadar didengar, tetapi dipahami melalui tanya dan diskusi. Jangan takut bertanya, sebab dari satu pertanyaan bisa lahir seribu pemahaman.



4.3 Kecepatan

Sejauh ini kita telah mendefinisikan posisi dan perpindahan, besaran lain yang penting dalam mendeskripsikan gerak selain posisi dan perpindahan adalah kecepatan. Kecepatan ini merupakan salah satu besaran yang terkait dengan perilaku gerak suatu benda.

Kecepatan didefinisikan sebagai besaran fisis yang menyatakan laju perubahan posisi suatu benda terhadap waktu dalam arah tertentu. Karena bergantung pada arah, kecepatan termasuk dalam besaran vektor. Definisi tersebut lebih tepat disebut sebagai **Kecepatan rata-rata**, yang secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\vec{v}_{rata-rata} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad (4.2)$$

Dengan:

- $\vec{v}_{rata-rata}$ = kecepatan rata-rata (m/s)
- $\Delta \vec{r}$ = perubahan posisi (m)

- Δt = selang waktu (s)

Untuk gerak benda pada lintasan lengkung, kecepatan rata-rata sering kali tidak menggambarkan keadaan sebenarnya. Oleh karena itu, didefinisikanlah **kecepatan sesaat**, yaitu nilai limit dari kecepatan rata-rata ketika selang waktu mendekati nol. Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\vec{v} &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{v}_{rata-rata} \\ \vec{v} &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \\ \vec{v} &= \frac{d\vec{r}}{dt}\end{aligned}\tag{4.3}$$

Dengan:

- $\vec{v}$ = kecepatan sesaat (m/s)
- $\frac{d\vec{r}}{dt}$ = turunan fungsi posisi terhadap waktu (m/s)

Dari rumusan di atas kita peroleh definisi kecepatan sesaat sebagai turunan fungsi posisi terhadap waktu.

4.4 Percepatan

Sudah kita ketahui bahwa kecepatan menyatakan ukuran perubahan posisi terhadap waktu atau bagaimana posisi berubah terhadap waktu, dan secara umum kecepatan merupakan fungsi dari waktu, maka dirasa perlu untuk mendefinisikan suatu besaran yang menyatakan bagaimana kecepatan berubah terhadap waktu atau ukuran perubahan kecepatan terhadap waktu, besaran ini kita sebut sebagai Percepatan.

Laju perubahan kecepatan terhadap waktu didefinisikan sebagai **percepatan rata-rata**, yang secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\vec{a}_{rata-rata} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}\tag{4.4}$$

Dengan:

- $\vec{a}_{rata-rata}$ = percepatan rata-rata (m/s²)
- $\Delta \vec{v}$ = perubahan kecepatan (m/s)
- Δt = selang waktu (s)

Percepatan rata-rata sering kali tidak menggambarkan keadaan sebenarnya. Oleh karena itu, didefinisikanlah **pecepatan sesaat**, yaitu nilai limit dari percepatan rata-rata ketika selang waktu mendekati nol. Secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \vec{a} &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \vec{a}_{rata-rata} \\
 \vec{a} &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \\
 \vec{a} &= \frac{d\vec{v}}{dt} \\
 \vec{a} &= \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}
 \end{aligned} \tag{4.5}$$

Dengan:

- $\vec{a}$ = percepatan sesaat (m/s^2)
- $\frac{d\vec{v}}{dt}$ = turunan fungsi kecepatan terhadap waktu (m/s^2)
- $\frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$ = turunan kedua fungsi posisi terhadap waktu (m/s^2)

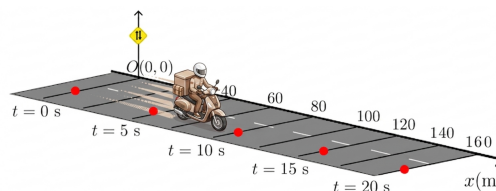
4.5 Gerak dengan kecepatan tetap

Sebuah benda yang bergerak dengan kecepatan tetap, maka besar dan arah kecepatannya tidak berubah. ini memberi konsekuensi bahwa benda tersebut akan bergerak pada lintasan lurus. maka dalam hal ini kita akan mengambil sumbu x sebagai lintasan gerak.

4.5.1 Posisi benda yang bergerak dengan kecepatan tetap

Gerak suatu partikel dapat diketahui sepenuhnya jika posisi partikel tersebut di ruang diketahui pada setiap saat. Posisi partikel adalah lokasi partikel terhadap suatu titik acuan yang kita anggap sebagai titik asal dari suatu sistem koordinat.

Perhatikan gambar berikut, yang merupakan ilustrasi gerak benda pada lintasan lurus dengan kecepatan tetap.



Gambar 4.4: ilustrasi gerak benda pada lintasan lurus dengan kecepatan tetap

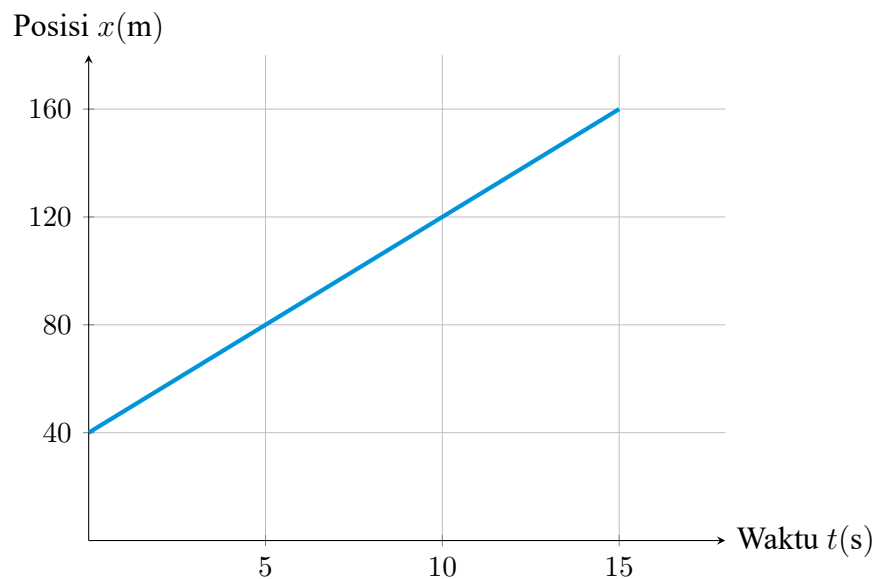
Sumber ilustrasi: penulis

Misalkan kita menggunakan stopwatch untuk menghitung waktu gerak dan mencatat posisi sepeda motor setiap selang waktu 5 detik. Data pengamatan kemudian kita tuliskan dalam tabel seperti berikut.

Posisi Sepeda Motor setiap Saat		
No.	Waktu t (s)	Posisi x (m)
1	0	40
2	5	80
3	10	120
4	15	160

Berdasarkan definisi kecepatan rata-rata, dari data pada tabel diperoleh bahwa sepeda motor bergerak dengan kecepatan konstan sebesar 8 m/s menuju arah positif sumbu- x .

Jika data posisi setiap saatnya kita plot pada grafik Posisi fungsi Waktu, maka dapat ditampilkan seperti grafik berikut.



terlihat bahwa gradien dari kurva garis lurus bernilai konstan, yang merupakan kecepatan gerak sepeda motor.

Secara matematis persamaan posisi setiap saatnya dapat ditulis sebagai berikut.

$$\vec{x} = \vec{v}t + \vec{x}_0 \quad (4.6)$$

Dengan:

- $\vec{x}$ = posisi setiap saat (m)
- $\vec{x}_0$ = posisi awal (m)
- $\vec{v}$ = kecepatan (m/s)
- t = waktu tempuh (s)

Uji Pemahaman 4—Sebuah sepeda motor bergerak lurus dengan persamaan posisi terhadap waktu:

$$x = 8t + 40$$

dengan x dalam meter dan t dalam sekon.

- (a) Tentukan posisi sepeda motor pada saat $t = 25$ sekon.
- (b) Tentukan kecepatan sepeda motor setiap saat.

Uji Pemahaman 5—Sebuah rangkaian kereta api yang panjangnya 150 m bergerak dengan kecepatan tetap 72 km/jam. Kereta tersebut melewati sebuah jembatan yang panjangnya 600 m. Hitung waktu yang diperlukan oleh seluruh rangkaian kereta untuk melewati jembatan itu.

4.6 Gerak dengan percepatan tetap

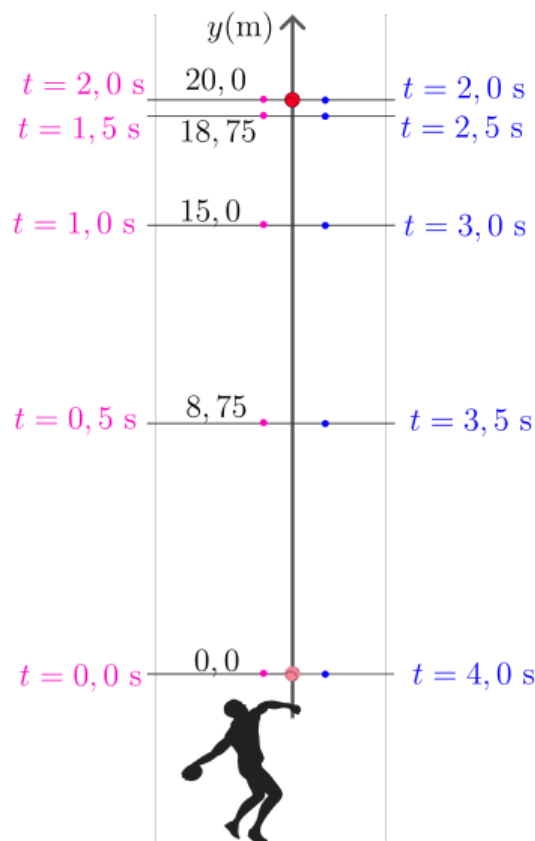
Sebuah benda yang bergerak dengan percepatan tetap mengalami perubahan besar atau arah kecepatannya seiring waktu. Artinya, kecepatan benda tidak selalu sama, baik dari segi nilai maupun arah geraknya.

Gerak dengan percepatan konstan dapat terjadi pada dua jenis lintasan, yaitu:

1. **Lintasan lurus, yang dikenal sebagai Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB).**
Pada gerak ini, percepatan bekerja sepanjang garis lurus, sehingga perubahan kecepatan hanya terjadi pada besarnya, bukan pada arah.
2. **Lintasan lengkung, yang umumnya berbentuk lintasan parabola.**
Pada gerak ini, percepatan menyebabkan perubahan baik pada besar kecepatan maupun arah gerak, seperti pada gerak peluru atau benda yang dilempar miring.

4.6.1 Gerak Lurus Berubah Beraturan

Gerak suatu benda pada lintasan lurus dengan percepatan konstan kita sebut sebagai Gerak Lurus Berubah Beraturan. Tinjau gerak sebuah bola kasti yang dilempar dengan kecepatan awal 20 m/s vertikal ke atas dan diperoleh posisi-posisi tiap selang waktu pengamatan 0,5 s detik diilustrasikan seperti pada gambar berikut. (Dengan asumsi gesekan udara dapat diabaikan).



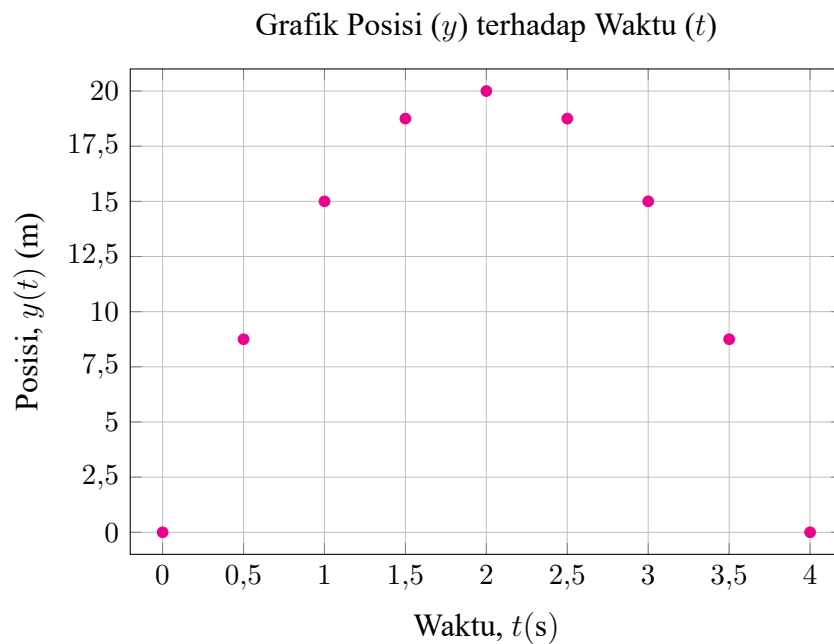
Gambar 4.5: Gerak benda dengan percepatan tetap
Sumber ilustrasi: penulis

Dari ilustrasi di atas, terlihat bahwa berdasarkan definisi kecepatan rata-rata, untuk selang waktu yang sama besar, kecepatan benda dapat berbeda-beda. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan benda berubah terhadap waktu. Oleh karena itu, kita perlu mengetahui seberapa cepat perubahan kecepatan tersebut terjadi.

Untuk mempermudah analisa maka data yang ditampilkan pada ilustrasi di atas kita tulis dalam tabel berikut seperti berikut.

Posisi Bola setiap Saat		
No.	Waktu $t(\text{s})$	Posisi $y(\text{m})$
1	0,0	0,000
2	0,5	8,750
3	1,0	15,00
4	1,5	18,75
5	2,0	20,00
6	2,5	18,75
7	3,0	15,00
8	3,5	8,750
9	4,0	0,000

data dari tabel kita plot pada grafik Posisi terhadap Waktu seperti ditampilkan pada gambar di bawah.

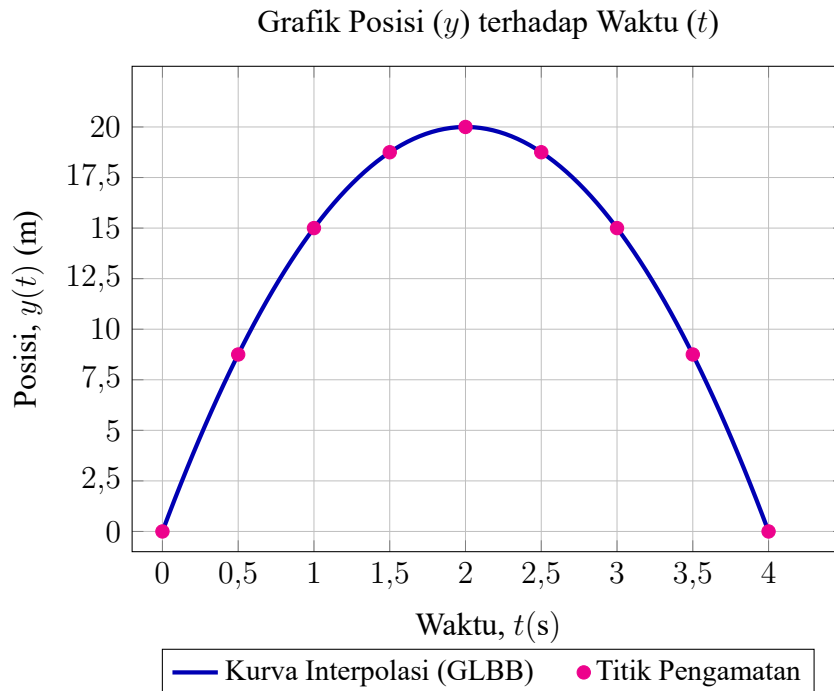


Karena data yang diperoleh berasal dari hasil pengukuran, maka data tersebut bersifat diskrit, yaitu hanya tersedia pada titik-titik waktu tertentu. Jika setiap data tersebut dihubungkan, grafik yang terbentuk akan tampak patah-patah atau tidak mulus.

Apabila kita memperkecil selang waktu pengukuran, artinya jumlah data yang diperoleh semakin banyak, maka pola kurva akan terlihat lebih halus dan mendekati bentuk gerak sebenarnya.

Untuk memperoleh grafik yang benar-benar mulus, kita dapat melakukan interpolasi data, yaitu proses memperkirakan nilai-nilai di antara dua titik data yang telah diukur. Dengan cara ini, kurva hasil pengamatan akan lebih mendekati lintasan sebenarnya.

Berikut adalah kurva yang telah diinterpolasi.



Kamu dapat melakukan Interpolasi dengan menggunakan M.S Excell.

Berdasarkan grafik di atas, secara matematis persamaan Posisi terhadap Waktu merupakan fungsi kuadrat yang dapat ditulis sebagai berikut.

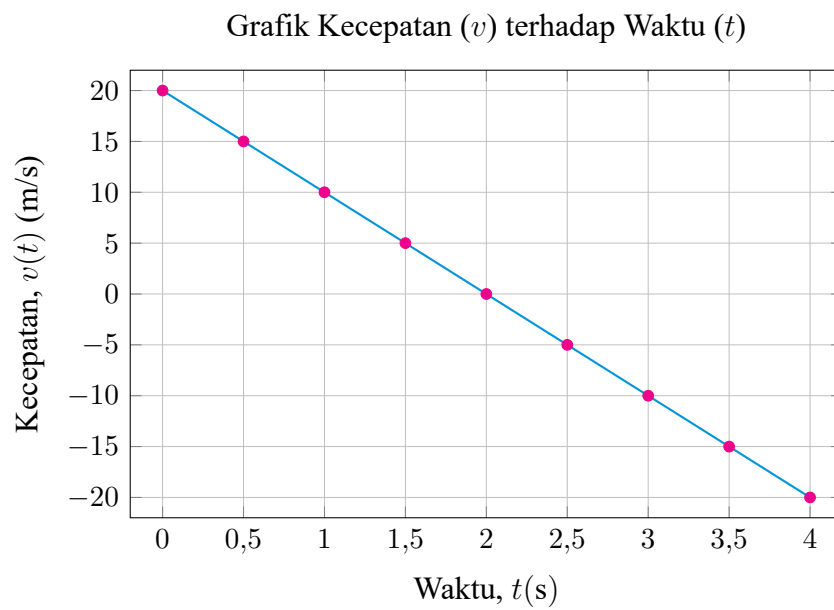
$$y(t) = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 \quad (4.7)$$

Dengan:

- $y(t)$ = posisi setiap saat (m)
- v_0 = kecepatan awal (m/s)
- a = percepatan (m/s^2)
- t = waktu tempuh (s)

Tanda negatif pada suku kuadrat menunjukkan arah percepatan ke negatif sumbu y

Berdasarkan grafik Posisi terhadap Waktu di atas, kemiringan kurva pada setiap titik menunjukkan kecepatan sesaat benda. Nilai kecepatan tersebut dapat digambarkan dalam bentuk grafik kecepatan terhadap waktu seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



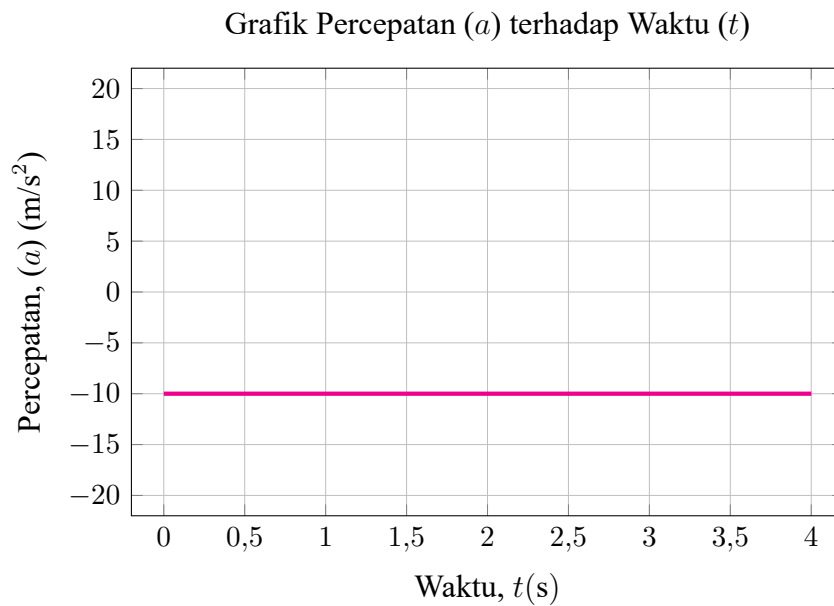
Terlihat bahwa grafik Kecepatan terhadap Waktu adalah grafik fungsi linier yang secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$v(t) = v_0 - at \quad (4.8)$$

Dengan:

- $v(t)$ = kecepatan setiap saat (m/s)
- v_0 = kecepatan awal (m/s)
- a = percepatan (m/s^2)
- t = waktu tempuh (s)

Besaran yang menyatakan laju perubahan kecepatan terhadap waktu disebut percepatan dan berdasarkan Grafik Kecepatan terhadap Waktu dapat diplot Grafik Percepatan terhadap Waktu seperti berikut.



Berdasarkan grafik Percepatan terhadap waktu di atas terlihat bahwa percepatan gerak nya benda adalah konstan. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$a = \text{konstan} \quad (4.9)$$

Selanjutnya gerak benda pada lintasan lurus dengan percepatan konstan kita sebut **Gerak Lurus Berubah Beraturan disingkat dengan GLBB**

Jika benda bergerak dengan percepatan konstan pada suatu sumbu, semisal sumbu x , maka persamaan geraknya dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Posisi setiap saat : } & x(t) = x_o + v_o t + \frac{1}{2} a t^2 \\ \text{Kecepatan setiap saat : } & v(t) = v_o + a t \\ \text{Percepatan : } & a = \text{konstan} \end{aligned} \quad (4.10)$$

Perjanjian tanda:

- **Posisi** benda bernilai positif jika terletak di sisi positif sumbu koordinat, dan negatif jika berada di sisi yang berlawanan.
- **Kecepatan** bernilai positif apabila benda bergerak searah dengan pertambahan nilai sumbu koordinat, sedangkan negatif jika bergerak berlawanan arah.
- Demikian pula, **percepatan** bernilai positif jika arahnya searah dengan pertambahan sumbu koordinat, dan negatif bila arahnya berlawanan.

Uji Pemahaman 1—Sebuah benda dilempar vertikal ke atas dengan kecepatan awal 40 m/s. Jika gesekan udara diabaikan dan percepatan gravitasi di tempat itu 10 m/s^2 .

- Tuliskan persamaan gerak benda (Posisi, Kecepatan, dan Percepatan)
- Tentukan kecepatan benda saat $t = 2$ detik, saat $t = 4$ detik dan saat $t = 6$ detik.
- Tentukan posisi benda saat $t = 2$ detik, saat $t = 4$ detik dan saat $t = 6$ detik.

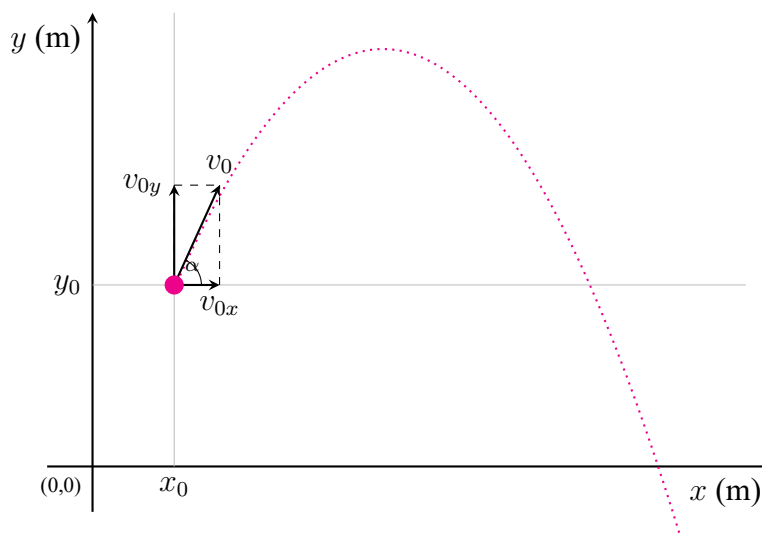
4.7 Memadu gerak

Sampai tahap ini, kita telah mempelajari gerak lurus beraturan (GLB), yaitu gerak dengan kecepatan tetap, serta gerak lurus berubah beraturan (GLBB), yaitu gerak dengan percepatan tetap.

Selanjutnya, kita akan meninjau gerak pada bidang dua dimensi, yang merupakan perpaduan antara GLB pada sumbu- x dan GLBB pada sumbu- y . Gerak ini menjadi dasar untuk memahami berbagai fenomena seperti gerak parabola.

4.7.1 Persamaan Lintasan

Tinjau sebuah benda yang dilempar dari posisi awal (x_0, y_0) dengan kecepatan awal v_0 yang membentuk sudut α terhadap sumbu- x . Gerak benda tersebut akan membentuk lintasan tertentu, sebagaimana ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Berdasarkan gambar, kecepatan awal $\vec{v}_0$ dapat diuraikan menjadi dua komponen, yaitu komponen horizontal pada sumbu- x dan komponen vertikal pada sumbu- y , sebagai berikut.

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

karena gerak pada sumbu x adalah GLB, maka komponen posisi setiap saatnya dapat ditulis:

$$x = x_0 + v_{0x}t$$

karena gerak pada sumbu y adalah GLBB dengan percepatan $\vec{a} = -g\hat{j}$, maka komponen posisi setiap saatnya dapat ditulis:

$$y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

Melalui hubungan koordinat sumbu- x dan sumbu- y , kita dapatkan:

$$y = -\frac{g}{2v_{0x}^2}(x - x_0)^2 + \tan \alpha(x - x_0) + y_0$$

Persamaan ini menyatakan kurva parabola seperti ilustrasi di atas. Dengan demikian kita dapat simpulkan bahwa lintasan yang ditempuh oleh benda merupakan lintasan parabola.

Latihan Soal

No.	Soal
1.	Buatlah kesimpulan secara utuh dan menyeluruh tentang konsep gerak jika dianalisa dari berbagai kemungkinan yang terkandung dalam surat An Anfal ayat 17 !
2.	Rangkaian kereta api berkecepatan 54 km/jam melewati jembatan sepanjang 500 m. Jika lamanya rangkaian kereta di atas jembatan adalah 1 menit, maka tentukan panjang rangkaian kereta.
3.	Sebuah mobil bergerak lurus dengan kecepatan awal 15 m/s dan percepatan -1 m/s^2 . Mobil tersebut akan berhenti setelah menempuh jarak ...
4.	Seorang anak menjatuhkan sebuah batu dari ketinggian 20 m, satu detik kemudian ia melemparkan sebuah batu lain ke bawah. Anggap tidak ada gesekan udara dan percepatan gravitasi 10 m/s^2 . Jika kedua batu tersebut mencapai tanah bersamaan, maka kelajuan awal batu kedua adalah...
5.	Sebuah benda dilempar miring ke atas dengan kecepatan awal 20 m/s dan sudut elevasi 45 derajat. Tulislah persamaan lintasan geraknya!

Rubrik Penilaian

Aspek Penilaian	Indikator	Skor Maksimal
Pemahaman konsep	Menunjukkan penguasaan konsep besaran gerak, serta mampu menjelaskan keteraturannya sebagai bentuk sunnatullah dalam alam semesta	30
Ketelitian ilmiah	Melakukan pengukuran dan perhitungan besaran-besaran gerak (waktu, jarak, kecepatan, percepatan) dengan metode eksperimen yang tepat dan analisis data yang benar.	25
Kejujuran & sikap ilmiah	Menyajikan hasil pengamatan sesuai data nyata tanpa rekayasa, bersikap teliti dan objektif dalam menyimpulkan hasil percobaan.	20
Refleksi nilai Islam	Mampu mengaitkan keteraturan gerak benda dengan keteraturan ciptaan Allah sebagaimana tertulis dalam Al-Qur'an, serta menunjukkan sikap kagum dan syukur atas keteraturan hukum-hukum alam.	25
Total		100



Daftar Bacaan

Al-Qur'an Karim

[Kem26] Kementerian Agama Republik Indonesia. *Quran Kemenag: Al-Qur'an Digital Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an*. 2026. URL: <https://quran.kemenag.go.id/> (urlseen 23/06/2026).

Buku

[Pur15] Agus Purwanto. *Nalar Ayat-Ayat Semesta: Menjadikan Al-Qur'an sebagai Basis Konstruksi Ilmu Pengetahuan*. 2 edition. Bandung: PT Mizan Pustaka, 2015. ISBN: 978-979-433-865-0.



Indeks

B

Bentuk-bentuk Energi.....	58
Besaran Fisika	31

D

Daya Listrik	61
--------------------	----

E

Energi Air dalam Perspektif Fisika dan Al-Qur'an.....	57
Energi Angin dalam Perspektif Fisika dan Al-Qur'an.....	56
Energi dalam Fisika	52
Energi Kalor	59
Energi Kinetik	58
Energi Listrik	61
Energi Potensial.....	58
Energi Utama Bumi	55

H

Hakikat Fisika	12
Hukum Konservasi Energi	62

I

Indikator Pemanasan Global.....	69
---------------------------------	----

K

Kecepatan Sudut rata-rata	55
Keselamatan Kerja di Laboratorium...	27

P

Penyebab Pemanasan Global	68
Peran dan Manfaat Fisika dalam Kehidupan	29