

**PENGEMBANGAN BUKU FISIKA KELAS X MA
BERBASIS INTEGRASI SAINS DAN ISLAM PADA
MATERI BESARAN DAN PENGUKURAN, GERAK
LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN DINAMIKA
PARTIKEL**

SKRIPSI

Diajukan guna Memenuhi Sebagian Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Oleh :
ZULIS TIANINGRUM
NIM : 123611030

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2018**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Zulis Tianingrum**
NIM : 123611030
Jurusan : Pendidikan Fisika
Program Studi : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

PENGEMBANGAN BUKU FISIKA KELAS X MA BERBASIS INTEGRASI SAINS DAN ISLAM PADA MATERI BESARAN DAN PENGUKURAN, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN DINAMIKA PARTIKEL

secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 19 Januari 2018
Pembuat Pernyataan,



Zulis Tianingrum
NIM: 123611030



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus II Ngaliyan Telp. 7601295
Fax. 7615387 Semarang 50185

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Pengembangan Buku Fisika Kelas X MA Berbasis Integrasi Sains dan Islam pada Materi Besaran dan Pengukuran, Gerak Lurus, Gerak Melingkar, dan Dinamika Partikel**

Nama : **Zulis Tianingrum**

NIM : 123611030

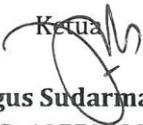
Program Studi : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam sidang *munaqasyah* oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

Semarang, 19 Januari 2018



Ketua


Agus Sudarmanto, M.Sc

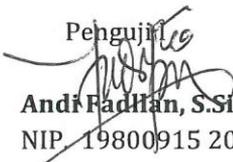
NIP. 19770823 200912 1 001 1 001

Sekretaris


M. Ardhi Khalif, M.Sc

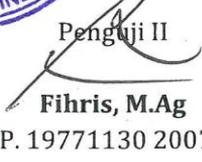
NIP. 19821009 201101 1 010

Pengujian I


Andri Fadlan, S.Si. M.Sc

NIP. 19800915 200501 1 006

Pengujian II


Fihris, M.Ag

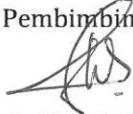
NIP. 19771130 200701 2 024

Pembimbing I


Dr. Hamdan Hadi K., M.Sc

NIP: 19770320 200912 1 002

Pembimbing II


Drs. H. Abdul Wahid, M.Ag

NIP: 19691114 199403 1 003

NOTA DINAS

Semarang, 19 Januari 2018

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang
di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : **Pengembangan Buku Fisika Kelas X MA Berbasis Integrasi Sains dan Islam pada Materi Besaran dan Pengukuran, Gerak Lurus, Gerak Melingkar, dan Dinamika Partikel**
Nama : **Zulis Tianingrum**
NIM : 123611030
Program Studi : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing I,



Dr. Hamdan Hadi K., M.Sc.
NIP: 19770320 200912 1 002

NOTA DINAS

Semarang, 19 Januari 2018

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang
di Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : **Pengembangan Buku Fisika Kelas X MA Berbasis Integrasi Sains dan Islam pada Materi Besaran dan Pengukuran, Gerak Lurus, Gerak Melingkar, dan Dinamika Partikel**
Nama : Zulis Tianingrum
NIM : 123611030
Program Studi : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing II,



Drs. H. Abdul Wahid, M.Ag.

NIP: 19691114 199403 1 003

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh belum adanya buku ajar fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam pada materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel di beberapa sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prosedur pengembangan Buku fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam pada materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel dan mengetahui kualitas Buku fisika tersebut. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (R&D) dengan prosedur penelitian pengembangan menurut Borg dan Gall yang kemudian disederhankan menjadi empat tahap yaitu studi pendahuluan, perancangan produk, pengembangan produk, serta revisi dan produk akhir. Instrumen yang digunakan berupa skala penilaian untuk mengetahui kualitas buku fisika yaitu menggunakan skala *Likert* dengan empat kategori disusun dalam bentuk *checklist*. Analisis data yang dilakukan yaitu dengan mengumpulkan data kualitatif dari ahli materi, ahli media dan guru fisika, kemudian mengubah hasil penilaian ahli dari bentuk data kualitatif ke data kuantitatif (huruf ke skor dan persentase). Hasil penilaian menunjukkan bahwa buku fisika ini layak digunakan dengan kategori sangat baik (SB). Hal ini didasarkan pada jumlah rerata skor dan persentase kelayakan buku untuk ahli materi skor 3,44 persentase kelayakan 86,16%, untuk ahli media skor 3,87 persentase kelayakan 96,87%, dan guru fisika skor 3,71 persentase kelayakan 92,74%.

Kata Kunci: Buku Fisika, Integrasi Sains dan Islam

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahillobbi Alamin. Dengan menyebut asma Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang. Puji syukur dengan hati yang tulus tercurahkan kehadiran Allah SWT, atas limpahan nikmat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada baginda Rasulullah SAW.

Skripsi yang berjudul “PENGEMBANGAN BUKU FISIKA KELAS X MA BERBASIS INTEGRASI SAINS DAN ISLAM PADA MATERI BESARAN DAN PENGUKURAN, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN DINAMIKA PARTIKEL” disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu Program Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Proses penyusunan skripsi tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, motivasi, do’a, dan peran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Muhibbin, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ruswan, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika yang telah memberikan izin penelitian.

4. Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc. selaku pembimbing I dan Drs. H. Abdul Wahid, M.Ag, selaku pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta dengan tekun dan sabar memberikan bimbingan dan pengarahan dalam menyusun skripsi ini.
5. Segenap dosen pendidikan fisika dan fisika serta staf Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah mencurahkan segenap ilmunya kepada penulis.
6. Imam Taufiq Sujarwo, S.Pd selaku guru mata pelajaran Fisika kelas X MA Matholi'ul Huda Pucakwangi yang telah membantu penulis memberikan penilaian terhadap BUKU fisika.
7. Lestari Andika Sari, S.Pd selaku guru mata pelajaran Fisika kelas X MA Nurul Qur'an Pucakwangi yang telah membantu penulis memberikan penilaian terhadap BUKU fisika.
8. Bapak Pagianto dan Ibu Waginah selaku orang tua penulis, yang telah memberikan segalanya baik do'a, semangat, cinta, kasih sayang, ilmu dan bimbingan, yang tidak dapat tergantikan dengan apapun.
9. Saudara kandungku Etik Nuridawati dan Syahril Ahmad Sidiq yang telah memberikan semangat, motivasi dan do'a sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Sahabat-sahabat terbaik Pendidikan Fisika angkatan 2012 yang menjadi teman belajar, memberikan kenangan terindah serta pelajaran berharga.

11. Teman-teman kos Afanin di Purwoyoso-Ngaliyan: mb Anik, Widia, Nisa, Nela, Nova, Zaim, Aida, Roisah, Eni, Luluk, Nafis, Hesti, Santi, Sholi, Riani, dan vicky yang telah memberikan dukungan semangat dan kebersamaannya terhadap penulis.
12. Teman-teman PPL MAN Kendal dan KKN Posko 50 Desa Mencon Kecamatan Pucakwangi Kabupaten Pati yang selalu memberikan motivasi dan dukungan..
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan, dorongan serta bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan dan kesempurnaan hasil yang telah di dapat. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat dan ridho-Nya. *Amin Yarabbal 'Aalamin.*

Semarang, 19 Januari 2018
Penulis,

Zulis Tianingrum
NIM: 123611030

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I: PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	5
D. Spesifikasi Produk.....	6
E. Asumsi Pengembangan.....	7
BAB II : LANDASAN TEORI	
A. Deskripsi Teori.....	9
1. BUKU.....	9
2. Integrasi Sains dan Islam.....	13
3. Materi Pokok.....	17
4. Model pengembangan.....	25

B. Kajian Pustaka	27
C. Kerangka Berpikir.....	28
BAB III: METODE PENELITIAN	
A. Model Pengembangan	31
B. Prosedur Pengembangan.....	31
C. Subjek Penelitian.....	35
D. Teknik Pengumpulan data	35
E. Teknik Analisis Data	36
BAB IV: DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA	
A. Hasil Penelitian	39
B. Pembahasan	63
BAB V: PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	70
B. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Interval Kelas	37
Tabel 4.1	Keterkaitan Ayat-Ayat Al-Qur'an dengan Fisika	40
Tabel 4.2	Data Hasil Penilaian Buku Fisika oleh Ahli Materi	47
Tabel 4.3	Data Hasil Penilaian Buku Fisika oleh Ahli Media	50
Tabel 4.4	Data Hasil Penilaian Buku Fisika oleh Guru Fisika	54
Tabel 4.5	Kritik dan Saran oleh Ahli Materi	55
Tabel 4.6	Kritik dan Saran oleh Ahli Media	58
Tabel 4.7	Kritik dan Saran oleh Guru Fisika	62

Gambar	DAFTAR GAMBAR Judul	Halaman
Gambar 2.1	Bagan Kerangka Berfikir	30
Gambar 3.1	Alur Pengembangan	34
Gambar 4.1	<i>Cover</i> depan dan <i>Cover</i> belakang	42
Gambar 4.2	Grafik Perbandingan Hasil Persentase Penilaian Ahli	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Surat penunjukan pembimbing
Lampiran 2	Pengesahan Proposal
Lampiran 3	surat keterangan penelitian
Lampiran 4	Daftar Nama Penilai
Lampiran 5	Rubrik Instrumen Penilaian
Lampiran 6	Data Penilaian Ahli Materi
Lampiran 7	Data Penilaian Ahli Media
Lampiran 8	Data Penilaian Guru Fisika
Lampiran 9	Hasil Wawancara
Lampiran 10	Produk Akhir Buku Fisika

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sains dan agama merupakan dua hal penting dalam sejarah kehidupan manusia. Sains dan Agama memiliki sejarah hubungan yang panjang. Pengertian sains dalam arti yang umum adalah pengetahuan objektif, tersusun, dan teratur tentang tatanan alam semesta, bukan sebagai produk pemikiran modern semata, pengetahuan seperti itu telah tumbuh secara ekstensif dalam peradaban pra modern seperti China, India, dan Islam. Perbedaan paling menonjol antara sains yang berkembang pada masa pra-modern dan sains yang berkembang pada masa modern terletak pada posisi dalam hubungan antara sains dan agama. Peradaban-peradaban pra-modern, sains berhubungan erat dengan agama sedangkan pada peradaban modern, sains jauh dari agama (Bakar, 1991).

Perkembangan pemikiran tentang hubungan antara sains dan agama yang mengarah pada hubungan yang harmonis dalam bentuk integrasi semakin populer, termasuk di Indonesia yang ditandai dengan konversi beberapa Institut Agama Islam Negeri (IAIN) menjadi Universitas Islam Negeri (UIN). Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo merupakan salah satu PTAIN di Indonesia yang mengembangkan

paradigma *Unity of Sciences (wahdat al-ulum)*. Paradigma ini menegaskan bahwa semua ilmu saling berdialog dan bermuara pada satu tujuan yakni pengantarkan pengkajinya semakin mengenal dan semakin dekat pada Allah (Fanani dkk, 2014). Ketika sebuah lembaga pendidikan dikelola oleh sumber daya manusia yang berkualitas maka akan berdampak pada peningkatan kualitas lembaga pendidikan tersebut.

Pendidikan merupakan bagian integral dari pembangunan. Proses pendidikan tidak dapat dipisahkan dari proses pembangunan itu sendiri. Pembangunan diarahkan dan bertujuan untuk mengembangkan sumber daya manusia yang berkualitas (Hamalik, 2011). Berhubungan dengan proses pendidikan tidak lepas dari peran seorang guru sebagai pendidik di sekolah. Seorang guru yang profesional dan berkualitas dapat menyampaikan materi pelajaran dengan baik. Penyampaian yang baik biasanya diikuti dengan penyampaian materi pelajaran sesuai dengan keilmuan yang dikuasai oleh guru tersebut.

Peran seorang guru terdapat dalam al-Qur'an surat al-Kahfi ayat 66, yang berbunyi:

قَالَ لَهُ مُوسَىٰ هَلْ أَتَّبِعُكَ عَلَىٰ أَنْ تُعَلِّمَنِي مِمَّا عَلَّمْتَ رُشْدًا

(Departemen Agama RI, 2009) Musa berkata kepadanya, "Bolehkah aku mengikutimu agar engkau mengajarkan kepadaku (ilmu yang benar) yang telah diajarkan kepadamu (untuk menjadi) petunjuk?" (QS. Al-kahfi/18 : 66)

Surat al-Kahfi ayat 66 tersebut menerangkan tata adab yang harus diperhatikan para pelajar dalam menghadapi guru dan mengharuskan kita mencari tambahan ilmu walaupun kita sudah sangat alim (Shiddieqy, 2002).

Berdasarkan UU RI Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional Pasal 3 disebutkan bahwa:

Pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab (Depdiknas, 2003).

Berdasarkan UU RI Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional fungsi dari pendidikan nasional adalah menciptakan peserta didik yang cerdas, beriman, dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia. Salah satu upaya memperoleh capaian dari fungsi pendidikan sebagaimana disebutkan dan UU Sistem Pendidikan Nasional di atas, penanaman nilai-nilai keagamaan melalui proses

integrasi sains dan Islam dalam berbagai disiplin keilmuan merupakan opsi yang dapat ditawarkan. Dengan penanaman nilai-nilai keagamaan tersebut diharapkan peserta didik tidak hanya berpikir apa yang ada dan apa yang terjadi, melainkan juga dapat merenungkan dan memahami bahwa ada sesuatu Yang Maha Besar dibalik peristiwa kealaman atau fisis yang menjadi objek dalam ilmu sains.

Berdasarkan wawancara dengan guru Fisika di MA Nurul Qur'an Pucakwangi Pati dan MA Matholi'ul Huda Pucakwangi Pati, pembelajaran fisika belum terintegrasi dengan nilai-nilai keislaman. Hal tersebut terjadi karena tidak adanya bahan ajar yang memuat materi fisika yang diintegrasikan dengan nilai-nilai keislaman. Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar berbasis integrasi sains dan Islam agar dapat digunakan guru dalam kegiatan pembelajaran fisika di sekolah.

Bahan ajar yang terintegrasi sains dan Islam yaitu bahan ajar yang dicetak berupa buku atau dikembangkan yang didalamnya terdapat materi fisika dan tafsir Al-Qur'an serta nilai-nilai keislaman. Pada penelitian ini, materi yang dipilih adalah materi MA kelas X. Materi ini terdiri dari: Besaran dan Pengukurannya, Gerak Lurus, Gerak Melingkar dan Dinamika Partikel. Materi-materi tersebut dipilih sebagai bahan penelitian ini karena materi-materi tersebut belum ada

yang mengembangkan menjadi bahan ajar fisika berbasis integrasi sains dan Islam.

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan di atas, maka penulis berminat untuk melakukan penelitian yang berjudul : “PENGEMBANGAN BUKU FISIKA KELAS X MA BERBASIS INTEGRASI SAINS DAN ISLAM PADA MATERI BESARAN DAN PENGUKURAN, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN DINAMIKA PARTIKEL”.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana prosedur pengembangan buku fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam pada materi besaran dan pengukurann, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel?
2. Bagaimana kualitas buku fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam pada materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel yang dikembangkan?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui prosedur pengembangan buku fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam pada materi

besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel.

- b. Mengetahui kualitas buku fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam pada materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel yang dikembangkan.

2. **Manfaat Penelitian**

Dari hasil penelitian ini, diharapkan dapat bermanfaat:

- a. Bagi guru, dapat digunakan sebagai bahan ajar alternatif dalam proses pembelajaran fisika di sekolah.
- b. Bagi peserta didik, dapat memanfaatkan buku fisika yang inovatif.
- c. Bagi sekolah, dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan kualitas sekolah.
- d. Bagi peneliti lain, dapat digunakan sebagai bahan informasi untuk mengadakan penelitian lebih lanjut.

D. Spesifikasi Produk

Produk pengembangan ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Buku fisika berbasis integrasi sains dan Islam pada materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar dan dinamika partikel yang disusun untuk kelas X MA.

2. Materi fisika yang dikembangkan dalam bahan ajar dikaitkan dengan pemahaman Islam dan pengetahuan nilai-nilai keagamaan.
3. Bagian-bagian pada buku fisika berbasis integrasi sains dan Islam antara lain:
 - a. Halaman judul atau *cover*.
 - b. Kata pengantar.
 - c. Daftar Isi.
 - d. Standar isi meliputi Standar Kompetensi (SK), Kompetensi Dasar (KD), Indikator dan Tujuan Pembelajaran.
 - e. Gambaran isi bahan ajar
 - f. Peta konsep.
 - g. Apersepsi.
 - h. Materi
 - i. Contoh soal dan uji kompetensi
 - j. Kunci jawaban
 - k. Daftar pustaka.
4. Berbentuk media cetak.

E. Asumsi Pengembangan

Penelitian ini dikembangkan dengan asumsi bahwa:

1. Materi yang dijadikan acuan dalam pengembangan produk dibatasi pada materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar dan dinamika partikel.

2. Pengujian produk yang dibuat hanya meliputi penilaian kualitas bahan ajar dan tidak diuji cobakan pengaruhnya terhadap prestasi peserta didik.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori

1. Buku

a. Pengertian Buku

Buku (teks) pelajaran adalah buku acuan wajib untuk digunakan di sekolah yang memuat materi pembelajaran dalam rangka peningkatan keimanan dan ketakwaan, budi pekerti dan kepribadian, kemampuan penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi, kepekaan dan kemampuan estetis, potensi fisik dan kesehatan yang disusun berdasarkan standar nasional pendidikan (Permendiknas, 2005). Buku (teks) pelajaran juga merupakan buku yang berisi ilmu pengetahuan yang diturunkan dari kompetensi dasar yang tertuang dalam kurikulum dimana buku tersebut digunakan oleh peserta didik untuk belajar (Prastowo, 2014)

Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa buku (teks) adalah buku yang berisi suatu ilmu pengetahuan hasil analisis terhadap kurikulum yang digunakan untuk belajar. Buku berisi materi pembelajaran yang secara garis besar terdiri dari pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang harus dipelajari peserta didik dalam rangka mencapai standar kompetensi dan kompetensi dasar yang telah ditentukan.

b. Unsur-Unsur Buku

Buku yang baik, harus memenuhi unsur-unsur bahan ajar. Unsur-unsur dalam bahan ajar, yaitu sebagai berikut:

1) Petunjuk belajar

Petunjuk belajar merupakan unsur pertama yang menjelaskan tentang bagaimana pendidik sebaiknya mengajarkan materi kepada peserta didik dan bagaimana pula peserta didik sebaiknya mempelajari materi yang ada dalam bahan ajar.

2) Kompetensi yang akan dicapai

Kompetensi yang akan dicapai dalam hal ini adalah kompetensi yang akan dicapai oleh peserta didik. Dalam bahan ajar harus ada standar kompetensi, kompetensi dasar, maupun indikator pencapaian hasil belajar sehingga tujuan yang harus dicapai peserta didik jelas.

3) Informasi pendukung

Informasi pendukung merupakan berbagai informasi tambahan yang dapat melengkapi bahan ajar, sehingga peserta didik akan semakin mudah untuk menguasai pengetahuan yang akan dipelajari.

4) Latihan-latihan

Latihan-latihan merupakan bentuk tugas yang diberikan kepada peserta didik untuk melatih

kemampuan setelah mempelajari bahan ajar. Sehingga kemampuan yang peserta didik pelajari akan semakin terasah dan dikuasai secara matang.

5) Petunjuk kerja atau lembar kerja

Petunjuk kerja atau lembar kerja adalah satu lembar atau beberapa lembar kertas yang berisi sejumlah langkah prosedural cara pelaksanaan aktivitas atau kegiatan tertentu yang harus dilakukan oleh peserta didik berkaitan dengan praktik atau lainnya.

6) Evaluasi

Evaluasi merupakan salah satu bagian dari penilaian. Sebab, dalam evaluasi terdapat sejumlah pertanyaan yang ditujukan kepada peserta didik untuk mengukur seberapa jauh penguasaan kompetensi yang berhasil dikuasai oleh peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran (Prastowo, 2014).

c. Prinsip-Prinsip dalam Memilih Materi Pembelajaran

Prinsip-prinsip dalam memilih materi pembelajaran meliputi:

- 1) Prinsip relevansi yaitu materi pembelajaran harus memiliki keterkaitan dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar. Misalnya, jika kompetensi yang diharapkan/dikuasai peserta didik berupa

menghafal fakta, maka materi pembelajaran yang diajarkan harus berupa fakta.

- 2) Prinsip konsistensi yaitu ada ketegasan antara bahan ajar dengan kompetensi dasar yang harus dikuasai oleh peserta didik. Misalnya, jika kompetensi dasar yang harus dikuasai peserta didik empat macam, maka bahan ajar yang harus diajarkan juga harus meliputi empat macam.
- 3) Prinsip kecakupan yaitu materi yang diajarkan harus memadai dalam membantu peserta didik dalam menguasai kompetensi dasar yang diajarkan. Materi tidak boleh terlalu sedikit dan tidak boleh terlalu banyak. Jika terlalu sedikit akan kurang membantu dalam mencapai standar kompetensi dan kompetensi dasar. Sebaliknya, jika terlalu banyak akan membuang waktu dan tenaga yang tidak perlu untuk mempelajarinya (Mudlofir, 2012).

Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa prinsip-prinsip dalam memilih bahan ajar yang baik yaitu materi pembelajaran harus sesuai dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar yang akan dicapai.

d. Manfaat Buku

Buku sangat bermanfaat bagi peserta didik, oleh karena itu harus disusun secara bagus. Manfaat Buku menurut (Amri dan Ahmadi, 2010) antara lain:

- 1) Kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik.
- 2) Kesempatan untuk belajar secara mandiri dan mengurangi ketergantungan terhadap kehadiran guru.
- 3) Mendapatkan kemudahan dalam mempelajari setiap kompetensi yang harus dikuasai.

2. Integrasi Sains dan Islam

Integrasi dalam bahasa indonesia diartikan sebagai peleburan, pembauran, penggabungan, atau penyatuan (Depdiknas, 2009). Integrasi sains dan Agama (Islam) dapat diklasifikasikan menjadi beberapa model, antara lain:

a. Model Monadik

Model monadik ini dianut kalangan fundamentalis, religius, dan sekuler. Kalangan religius menyatakan agama adalah keseluruhan yang mengandung semua cabang kebudayaan. Sedangkan kalangan sekuler menganggap agama sebagai salah satu cabang kebudayaan. Dalam pandangan fundamentalis religius, agama dipandang sebagai

satu-satunya kebenaran dan sains hanyalah salah satu cabang kebudayaan. Pandangan tersebut bertolak belakang dengan pendapat kaum fundamentalis sekuler, yang memiliki sudut pandang bahwa kebudayaanlah yang merupakan ekspresi dari manusia dalam mewujudkan kehidupan yang berdasarkan sains sebagai satu-satunya kebenaran (Wahidin, 2015).

b. Model Diadik

Model Diadik ini diajukan untuk mengatasi kelamahan model monadik. Model ini memiliki beberapa varian, yaitu:

- 1) Model kompartementer atau independen, yang menyatakan bahwa sains dan agama adalah dua kebenaran yang setara. Sains membicarakan fakta ilmiah, sedangkan agama membicarakan nilai ilahiah (Wahidin, 2015).
- 2) Model komplementer, yang menyatakan bahwa sains dan agama adalah dua kesatuan yang tak terpisahkan.
- 3) Model dialogis, yang menyatakan sains dan agama terdapat kesamaan. Kesamaan itulah yang merupakan bahan bagi dialog antara sains dan agama.

Menurut Armahedi Mahzar (2004) hubungan dialogis antara agama dan sains dapat dikorelasikan dengan pendapat Albert Einstein yang mengatakan "*Religion without science is blind; science without religion is lame*". Tanpa sains, agama menjadi buta, dan tanpa agama sains menjadi lumpuh.

c. Model Triadik

Model triadik ini merupakan koreksi atas model diadik independen. Model ini memunculkan filsafat sebagai unsur ketiga yang dapat menjembatani sains dan agama. Model triadik ini dapat dimodifikasi yaitu peran filsafat dapat digantikan dengan humaniora atau ilmu-ilmu kebudayaan. Jadi, kebudayaan merupakan jembatan antara sains dan agama (Wahidin, 2015)

Berdasarkan fokus pada penelitian ini, integrasi sains dan Islam yang dimaksud adalah penyatuan Sains dan Islam dalam pembelajaran fisika pada materi besaran dan pengukurannya, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel.

Fisika merupakan mata pelajaran yang sangat bermanfaat dalam kehidupan. Mata pelajaran fisika tidak hanya bertujuan untuk membekali peserta didik dengan ilmu tetapi juga untuk menciptakan peserta didik yang mengagungkan kebesaran Allah SWT.

Keterkaitan antara AL-Qur'an dan fisika dapat dibuktikan dengan melalui salah satu ayat Al-Qur'an surat Ali Imran ayat 190 sebagai berikut:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾

(Departemen Agama RI, 2009) “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)

Surat Ali Imran ayat 190 tersebut menjelaskan gejala alam yang dapat dikaji dengan teori fisika, yaitu matahari selalu terbit dari timur dan tenggelam di barat, terbit lagi dari timur dan tenggelam lagi di barat. Hal itu mengidentifikasi bahwa bumi bulat dengan radius atau ukuran tertentu. malam dan siang terkait dengan gerak rotasi bumi yaitu dari barat ke timur sehingga matahari secara relatif tampak bergerak dari timur ke barat (Purwanto, 2008).

3. Materi Pokok

a. Besaran dan Pengukuran

Besaran merupakan sesuatu yang dapat diukur, serata memiliki nilai besaran (besar) dan satuan. Sedangkan satuan sesuatu yang dapat digunakan sebagai pembanding dalam pengukuran. Besaran-besaran dalam fisika dikelompokkan menjadi besaran pokok dan besaran turunan.

Besaran pokok adalah besaran yang satuannya telah ditentukan terlebih dahulu dan tidak diturunkan dari besaran lainnya. Sedangkan besaran turunan adalah besaran yang satuannya dijabarkan atau diturunkan dari besaran pokok (Nuracmandani, 2009). Dalam pembelajaran fisika banyak sekali kegiatan pengukuran yang kita lakukan. Saat melaksanakan pengukuran, kita membandingkan sesuatu yang kita ukur dengan alat yang kita gunakan sebagai acuan atau patokan (standar). Untuk mengukur suatu besaran baik besaran panjang, massa, waktu maupun besaran-besaran lain digunakan berbagai jenis alat. Menurut Supriyanto dan Sumarno (2006) Jenis alat yang digunakan bergantung pada:

- 1) Ketelitian
- 2) Ukuran benda yang diukur
- 3) Bentuk benda yang diukur

4) Wujud benda yang diukur

b. Gerak lurus

Gerak lurus adalah gerak suatu benda yang lintasannya berupa garis lurus (Nurachmandani, 2009). Contoh benda yang melakukan gerak lurus adalah mobil balap yang bergerak melintasi *track* lurus, seekor kuda yang dipacu pada lintasan lurus.

Gerak lurus dibedakan menjadi dua macam, yaitu gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan. Gerak lurus beraturan adalah gerak suatu benda pada lintasan lurus dengan kecepatan tetap, sedangkan gerak lurus berubah beraturan adalah gerak benda pada lintasan lurus dengan percepatan tetap (Nurachmandani, 2009).

c. Gerak Melingkar

Suatu benda dikatakan mengalami gerak melingkar jika lintasan gerakanya berupa lingkaran (Nuracmandani, 2009). Contoh gerak melingkar dalam kehidupan sehari-hari antara lain: pergerakan roda kendaraan, gerak pada baling-baling kipas angin, gerak jarum jam, dan lain-lain. Gerak melingkar ada dua macam yaitu gerak melingkar beraturan dan gerak melingkar berubah beraturan.

Gerak benda yang lintasannya berbentuk lingkaran dengan kecepatan sudut tetap maka benda

tersebut dikatakan mengalami gerak melingkar beraturan. Jika benda bergerak melingkar dengan kecepatan sudut berubah dan percepatan sudutnya tetap maka benda mengalami gerak melingkar berubah beraturan (Sumarsono, 2009).

d. Dinamika Partikel

Ilmu fisika yang mempelajari gerak dengan memperhatikan penyebabnya dinamakan dinamika (Nurachmandani, 2009). Orang zaman dahulu telah mengenal gerak dalam kesehariannya, antara lain gerak orang berjalan, dan buah yang jatuh dari pohonnya. Ilmuan Yunani terkenal, Aristoteles membagi gerak menjadi dua, yaitu gerak paksa dan gerak alami. Aristoteles menyatakan bahwa gerak alami tidak disebabkan oleh gaya sedangkan gerak paksa disebabkan oleh tarikan atau dorongan. Gerobak bergerak ditarik oleh seekor kuda, kapal layar bergerak karena didorong oleh angin. Yang terpenting gaya paksa adalah selalu disebabkan oleh gaya luar yang bekerja pada suatu benda. Jika pada suatu benda tidak bekerja gaya luar, maka suatu waktu benda akan kembali ke keadaan diamnya, yaitu diam. Benda tidak mungkin mempertahankan geraknya oleh dirinya sendiri.

Benarkah bahwa suatu benda tidak mungkin mempertahankan gerakannya? Galileo adalah orang yang pertama kali menguji untuk mendapatkan jawaban dari pertanyaan tersebut. Dari suatu percobaannya, ia mendapatkan kesimpulan bahwa suatu benda yang bergerak diperlambat kelajuannya, sampai akhirnya berhenti oleh gaya hambat yang dinamakan gaya gesek. Ia kemudian menyimpulkan bahwa jika gesekan antar permukaan atau gesekan angin ditiadakan maka kelajuan benda pada lintasan lurus dapat terus dipertahankan tanpa gaya luar.

Pengamatan dan kesimpulan Galileo ini dipelajari ulang oleh Sir Isaac Newton, seorang ilmuwan Inggris, sampai ia berhasil menyatakan hukum pertamanya tentang gerak, yang disebut Hukum I Newton (Kanginan, 2007). Kemudian Newton mengemukakan Hukum yang lain yaitu Hukum II Newton dan Hukum III Newton. Ketiga penemuannya ini dikenal dengan istilah Hukum Newton.

1) Hukum I Newton

Suatu benda memiliki sifat mempertahankan keadaan diri, yang dikenal sebagai kelembaman (inersia) suatu benda. Oleh Newton gejala ini ditetapkan sebagai Hukum Kelembaman (Hukum I Newton) yang berbunyi:

“ Jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol, maka benda yang mula-mula diam akan tetap diam dan benda yang mula-mula bergerak lurus beraturan akan tetap bergerak lurus beraturan ” (Nurachmandani, 2009).

Hukum I Newton: sebuah benda dianggap tidak dikenai gaya atau gaya resultan pada benda nol. Benda yang mula-mula diam akan tetap diam, dan benda yang mula-mula bergerak akan tetap bergerak dengan kecepatan yang sama (Halliday, dkk., 1997).

Hukum I Newton melibatkan sifat benda yang cenderung mempertahankan keadaan terhadap perubahan gerak yang terjadi padanya. Kecenderungan ini digambarkan dengan mengatakan bahwa benda mempunyai kelembaman (inersia). Sehubungan dengan itu, Hukum I Newton sering kali dinamakan hukum kelembaman (Tipler, 1998). Contoh sifat kelembaman benda dapat dirasakan pada waktu orang naik motor yang kemudian mendadak direm, maka badan orang tersebut akan terdorong ke depan (Young dan Friedman, 2002). Hal ini terjadi karena tubuh orang tersebut cenderung mempertahankan keadaan semula yaitu diam.

Secara matematis ditulis seperti Persamaan 2.1:

$$\sum \vec{F} = 0 \quad (2.1)$$

Hukum I Newton juga dapat dinyatakan bila sebuah benda dalam keadaan diam maka benda itu akan tetap diam dan jika bergerak dengan kecepatan tetap akan terus bergerak dengan kecepatan tetap.

2) Hukum II Newton

Gaya yang bekerja pada suatu benda dapat menyebabkan perubahan kecepatan benda. Besarnya gaya adalah hasil kali massa benda dan besarnya percepatan yang dihasilkan gaya (Tipler, 1998). Sekarang bandingkan antara kamu mendorong mobil A bermassa 700 kg dan mendorong mobil B bermassa 2600 kg dengan gaya yang sama. Apakah gaya yang kamu berikan mempunyai pengaruh yang sama pada penambahan kecepatan benda? Tentunya tidak sama, hal itu disebabkan massa benda yang didorong berbeda. Mobil B akan bergerak dengan kecepatan yang kurang dari kecepatan mobil A, karena massa mobil B lebih besar dari pada massa mobil A.

Dari dua kejadian tersebut, dapat disimpulkan bahwa percepatan (\vec{a}) yang dialami sebuah benda dipengaruhi oleh dua hal yaitu gaya (\vec{F}) dan massa benda (m). Semakin besar gaya yang bekerja pada benda semakin besar percepatan benda (berbanding

lurus). Jika massa benda makin besar, maka percepatan benda semakin kecil (berbanding terbalik).

Hubungan antara percepatan \vec{a} , gaya \vec{F} dan massa benda m pertama kali dikemukakan oleh Newton dengan pernyataan:

“Percepatan sebuah benda berbanding lurus dengan besar gaya yang bekerja pada benda, dan berbanding terbalik dengan massa benda tersebut” (Sumarsono, 2009).

Pernyataan tersebut kemudian dikenal dengan nama Hukum II Newton yang dapat dituliskan seperti Persamaan 2.2:

$$\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m} \quad (2.2)$$

Keterangan:

\vec{a} : Percepatan (m/s^2)

$\sum \vec{F}$: Gaya Total (N)

m : Massa (kg)

3) Hukum III Newton

Newton menyatakan bahwa suatu gaya yang bekerja pada sebuah benda selalu berasal dari benda lain. Artinya, tidak ada gaya yang hanya melibatkan satu benda. Gaya yang hadir sedikitnya membutuhkan dua benda yang saling berinteraksi. Pada interaksi ini

gaya-gaya selalu berpasangan. Jika A mengerjakan gaya pada B (aksi), maka B akan mengerjakan gaya pada A (reaksi). Pasangan gaya inilah yang terkenal dengan pasangan aksi reaksi. Pasangan gaya aksi reaksi ini dijelaskan Newton dalam hukum ketiganya.

Bunyi hukum III Newton adalah sebagai berikut “Jika benda A memberikan gaya pada benda B (aksi), maka benda B akan memberikan gaya pada benda A (reaksi). Kedua gaya ini memiliki besar yang sama tetapi arahnya berlawanan”(Young dan Friedman, 1998).

Secara matematis Hukum III Newton dapat dirumuskan seperti Persamaan 2.3:

$$\sum \vec{F}_{aksi} = - \sum \vec{F}_{reaksi} \quad (2.3)$$

Tanda (-) menunjukkan kedua gaya berlawanan arah (Ishaq, 2007).

4. Model Pengembangan

Menurut Borg & Gall, dalam sukmadinata, prosedur penelitian dan pengembangan terdiri dari sepuluh langkah (Sukmadinata, 2013) pelaksanaan, antara lain:

- a. Penelitian dan pengumpulan data (*research and information collecting*). Pengukuran kebutuhan, studi

literatur, penelitian dalam skala kecil, dan pertimbangan-pertimbangan dari segi nilai.

- b. Perencanaan (*planning*). Menyusun rencana penelitian, meliputi kemampuan-kemampuan yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian, rumusan tujuan yang hendak dicapai dengan penelitian tersebut, desain atau langkah-langkah penelitian, kemungkinan pengujian dalam lingkup terbatas.
- c. Pengembangan produk awal (*develop preliminary form of product*). Pengembangan bahan pembelajaran, proses pembelajaran dan instrumen evaluasi.
- d. Validasi produk (*product validation*). Melakukan penilaian produk kepada tim ahli mengenai kelayakan bahan ajar sebelum diuji cobakan ke lapangan dan memvalidasi produk tersebut serta instrumen penilaian.
- e. Melakukan revisi (*main product revision*). Memperbaiki atau menyempurnakan produk sebelum diuji cobakan ke lapangan.
- f. Uji coba lapangan awal (*preliminary field testing*). Uji coba di lapangan pada 1 sampai 3 sekolah dengan 6 sampai dengan 12 subjek uji coba (guru). Selama ini

uji coba diadakan pengamatan, wawancara dan pengedaran angket.

- g. Merevisi hasil uji coba (*main product revision*). Memperbaiki atau menyempurnakan hasil uji coba.
- h. Uji coba lapangan (*main field testing*). Melakukan uji coba yang lebih luas pada 5 sampai dengan 15 sekolah dengan 30 sampai dengan 100 orang subjek uji coba. Data kuantitatif penampilan guru sebelum dan sesudah menggunakan model yang dicobakan dikumpulkan. Hasil-hasil pengumpulan data dievaluasi dan kalau mungkin dibandingkan dengan kelompok pembanding.
- i. Penyempurnaan produk hasil uji lapangan (*operasional product revision*). Menyempurnakan produk hasil uji lapangan.
- j. Diseminasi dan implementasi (*dissemination and implementation*). Melaporkan hasilnya dalam pertemuan profesional dan dalam jurnal. Bekerjasama dengan penerbit untuk penerbitan. Memonitor penyebaran untuk pengontrolan kualitas.

B. Kajian Pustaka

Kajian pustaka ini terdiri atas penelitian terdahulu yang relevan dengan penulisan skripsi sebagai bahan perbandingan. Penulis mengkaji beberapa penelitian terdahulu untuk menghindari kesamaan objek dalam penelitian. Adapun penelitian tersebut yaitu:

1. Penelitian Deti Yunita program studi Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta dengan judul “Pengembangan modul fisika berbasis integrasi-interkoneksi model komplementasi pada pokok bahasan cahaya untuk peserta didik SMP/MTs”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan layak digunakan dengan penilain kualitas modul fisika oleh para ahli dan guru SMP/MTs termasuk ke dalam kriteria sangat baik (SB), dengan presentase keidealan sebesar 92,27% .
2. Penelitian Selamat Fauzi program studi Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta dengan judul “Pengembangan buku ajar berbasis integrasi-interkoneksi sebagai bahan pembelajaran fisika SMA/MA kelas XI semester 1”. Hasil penilaian kualitas buku ajar oleh ahli materi memiliki kualitas baik (B), dengan presentase 78,7%, oleh ahli media memiliki kualitas baik (B) dengan presentase

82,7%, dan oleh guru SMA/MA memiliki kualitas sangat baik (SB) dengan presentase 84,5% .

3. Penelitian Sri Mardayani, dkk., dengan judul “Pengembangan bahan ajar fisika yang terintegrasi nilai-nilai ayat al-Qur’an pada materi gerak untuk pembelajaran peserta didik kelas X MA”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan mempunyai tingkat validitas tinggi dengan nilai 82,3, sangat praktis dengan nilai 91,5, dan sangat efektif dengan nilai 90,4.

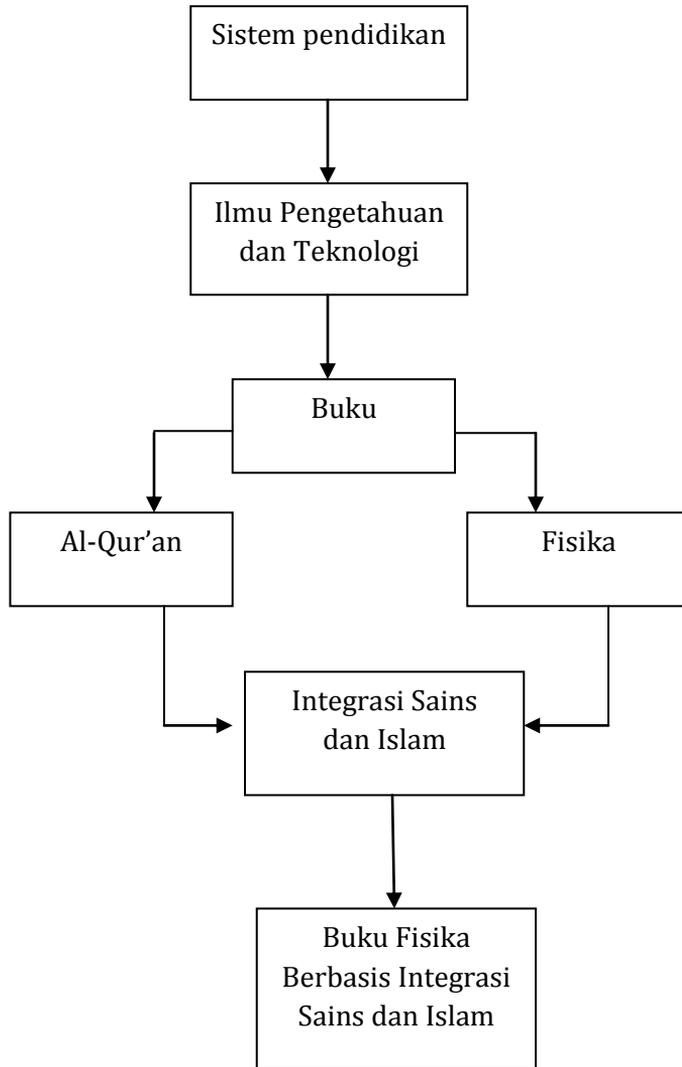
C. Kerangka Berfikir

Perkembangan sistem pendidikan yang dipengaruhi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dapat membawa perubahan dalam sistem pembelajaran fisika. Pembelajaran fisika tidak hanya disajikan dalam bentuk tatap muka tetapi diperlukan bahan ajar berupa buku sebagai pendukung dari kegiatan belajar mengajar di kelas.

Buku sangat diperlukan agar peserta didik dapat lebih memahami materi yang diajarkan di kelas. Buku fisika ini biasanya berisi materi-materi sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Kurikulum yang dipakai cenderung pada satu pokok bahasan saja (materi fisika) tanpa adanya usaha untuk mengkaitkan dan menghubungkan antara keilmuan yang satu dengan keilmuan lainnya. Hal ini dapat terjadi dikotomi antar disiplin keilmuan. Agar tidak terjadi adanya dikotomi

keilmuan maka diperlukan usaha untuk mengkaitkan antar disiplin keilmuan dengan integrasi sains dan Islam.

Integrasi sains dan Islam yang diformulasikan ke dalam buku fisika dapat digunakan sebagai bahan dalam pembelajaran fisika di kelas. Integrasi Sains dan Islam dapat diartikan sebagai usaha untuk saling mengkaitkan dan menghubungkan antara disiplin keilmuan kealaman khususnya konsep fisika dengan disiplin keilmuan teks keagamaan (konsep dalam Al-Qur'an). Kerangka berfikir pengembangan bahan ajar dapat dijelaskan seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Bagan kerangka berfikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji kualitas produk tersebut (Sugiyono, 2012). Prosedur penelitian ini mengacu pada prosedur penelitian dan pengembangan menurut Borg & Gall. Sepuluh langkah penelitian dan pengembangan yang dikemukakan Borg & Gall tersebut dibatasi oleh peneliti yang disesuaikan dengan kebutuhan penelitian dan pengembangan (Gall & Borg, 2013).

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur pelaksanaan penelitian dan pengembangan dari Borg & Gall tersebut hanya dilakukan sampai beberapa langkah saja disesuaikan dengan kebutuhan peneliti. Langkah yang dilakukan peneliti hanya sampai pada tahap revisi produk setelah dinilai oleh tim penilai. Secara garis besar, prosedur penelitian dan pengembangan ini sebagai berikut:

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan untuk menemukan masalah-masalah yang muncul yang akan dianalisis untuk

menghasilkan produk yang dapat mengatasi masalah yang muncul di lapangan. Studi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti dengan wawancara kepada guru Fisika di MA Nurul Qur'an Pucakwangi Pati dan MA Matholi'ul Huda Pucakwangi Pati. Selain itu, peneliti mencari segala informasi penunjang pembuatan buku, baik dari segi materi fisika maupun nilai-nilai keislaman yang terkait.

2. Perancangan Produk

Pembuatan rancangan produk meliputi: persiapan materi yang terkait dengan produk, kemudian dikonsultasikan kepada dosen pembimbing untuk mendapatkan saran dan masukan. Berikut rancangan produk berupa susunan isi buku pada materi besaran dan pengukuran yang dikembangkan:

- a. *Cover* bab (besaran dan pengukuran)
 - Standar kompetensi dan kompetensi dasar
 - Indikator pembelajaran
 - Tujuan pembelajaran
- b. Peta konsep
- c. Materi pokok (besaran dan pengukuran)
 - Apersepsi
 - Besaran dan satuan
 - Contoh soal
 - Kegiatan
 - Informasi

- Tokoh fisika
- Rangkuman
- Uji kompetensi I

3. Pengembangan Produk

a. Pembuatan Produk

Pembuatan produk berupa buku fisika untuk siswa kelas X MA pada materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel.

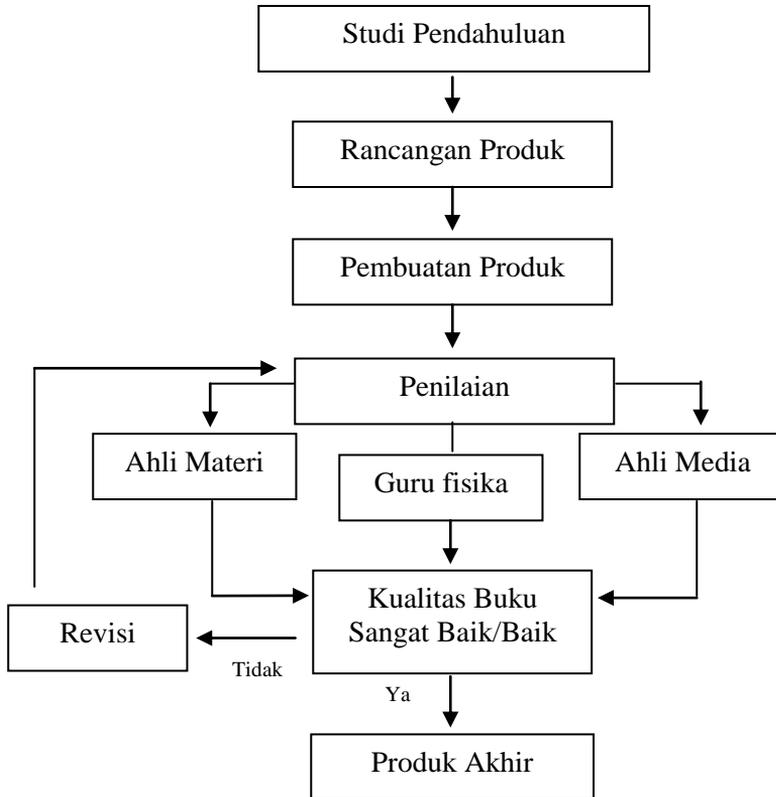
b. Penilaian Produk

Buku yang telah dihasilkan dinilai oleh tim penilai untuk mengetahui kualitas buku yang telah dikembangkan. Tim penilai terdiri dari ahli materi, ahli media, dan guru fisika. Selain memberikan penilaian, tim penilai juga memberikan kritik dan saran yang dijadikan sebagai pedoman revisi produk yang dikembangkan.

4. Revisi Produk dan Produk Akhir

Buku yang telah dinilai oleh tim penilai kemudian direvisi berdasarkan dengan kritik dan saran sehingga diperoleh produk akhir berupa buku fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam pada materi besaran dan pengukurannya, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel.

Alur pengembangan buku fisika berbasis integrasi sains dan Islam pada materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel dapat pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Alur Pengembangan

C. Subjek Penelitian

Subyek penilai dalam penelitian ini adalah para ahli yang terdiri tiga ahli materi, dua ahli media, dan dua guru fisika kelas X MA. Untuk ahli materi, dan ahli media merupakan dosen UIN Walisongo Semarang sendiri yang berkompeten dalam bidangnya. Sedangkan untuk guru fisika merupakan guru dari MA Matholi'ul Huda Pucakwangi Pati dan guru dari MA Nurul Qur'an Pucakwangi Pati.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Wawancara

Wawancara atau *interview* merupakan salah satu bentuk teknik pengumpulan data yang banyak digunakan dalam penelitian (Sugiyono,2012). Wawancara dalam penelitian ini dilakukan secara lisan kepada guru Fisika di MA Nurul Qur'an Pucakwangi Pati dan MA Matholi'ul Huda Pucakwangi Pati menanyakan ada tidaknya buku fisika yang memuat materi fisika yang diintegrasikan dengan nilai-nilai keislaman.

2. Angket atau kuesioner

Angket atau kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada

responden (Sugiyono, 2012). Angket digunakan untuk memperoleh data yang berkaitan dengan kualitas kelayakan produk menurut ahli materi, ahli media, dan guru fisika yang berupa lembar *chek list*, serta lembar kritik dan saran untuk mengetahui kualitas bahan ajar. Lembar penilaian menggunakan *skala likert* dengan skor 4= sangat baik, 3= baik, 2= kurang, 1= sangat kurang.

E. Teknik Analisis Data

Data yang didapatkan dari penelitian ini adalah data berupa kritik dan saran serta skor yang didapat dari angket. Data berupa kritik dan saran dari ahli materi, ahli media, dan guru fisika. Data berupa skor didapatkan dari penilaian kualitas bahan ajar berupa angket oleh ahli materi, ahli media, dan guru fisika. Angket penilaian bahan ajar menggunakan *skala likert* dengan skor 4= sangat baik, 3= baik, 2= kurang, 1= sangat kurang. Data tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui kualitas bahan ajar dengan langkah sebagai berikut:

1. Menghitung skor rata-rata dari setiap aspek yang dinilai dengan persamaan

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

Dengan:

\bar{X} = Skor rata-rata penilaian oleh ahli

ΣX = Jumlah skor yang diperoleh ahli

N = Jumlah butir pertanyaan

2. Mengubah skor rata-rata yang diperoleh menjadi data kualitatif

Kategori kualitatif ditentukan terlebih dahulu dengan mencari interval jarak antara jenjang kategori sangat baik (SB) hingga sangat kurang (SK) dengan menggunakan persamaan (Widoyoko, 2012) berikut:

$$\begin{aligned} \text{jarak interval (i)} &= \frac{\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{jumlah kelas interval}} \\ &= \frac{4 - 1}{4} \\ &= 0.75 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh kategori penilaian bahan ajar sebagaimana ditampilkan dalam tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1. Interval Kelas

Skor rata-rata(\bar{X})	Ahli
	Kategori
$3.25 < \bar{X} \leq 4.00$	Sangat Baik (SB)
$2.50 < \bar{X} \leq 3.25$	Baik (B)
$1.75 < \bar{X} \leq 2.50$	Kurang (K)
$1.00 \leq \bar{X} \leq 1.75$	Sangat Kurang (SK)

3. Menghitung persentase kelayakan dengan persamaan (Arikunto, 2009) sebagai berikut:

$$\text{Persentase kelayakan} = \frac{\text{skor hasil penelitian}}{\text{skor maksimal ideal}} \times 100\%$$

Analisis data penilaian para ahli terdiri ahli materi, ahli media, dan guru fisika didapatkan hasil dengan kategori sangat baik (SB) atau baik (B), maka bahan ajar fisika kelas X MA pada materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel layak digunakan sebagai media pembelajaran fisika. Apabila belum, maka bahan ajar perlu direvisi sehingga memenuhi kualitas yang layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran fisika.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini berfokus pada pengembangan produk berupa buku fisika berbasis integrasi sains dan Islam. Buku fisika berbasis integrasi sains dan Islam yang dikembangkan dalam penelitian ini mencakup empat materi pokok, yaitu besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel. Buku yang dikembangkan mengacu pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP).

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan merupakan tahap awal dari penelitian ini. Langkah peneliti melakukan wawancara dengan Imam Taufiq Sujarwo, S.Pd. (guru fisika MA Matholi'ul Huda Pucakwangi pati) dan Lestari Andika Sari, S.Pd. (guru fisika MA Nurul Qur'an Pucakwangi pati). Berdasarkan hasil wawancara, kedua sekolah tersebut belum menggunakan buku fisika yang terintegrasi dengan nilai-nilai keislaman. Kedua sekolah tersebut menggunakan LKS yang di dalamnya tidak terintegrasi dengan nilai-nilai keislaman.

Langkah selanjutnya yang dilakukan peneliti adalah mencari literatur maupun referensi yang berkaitan dengan pengembangan buku fisika berbasis integrasi sains dan Islam berbentuk skripsi maupun jurnal. Selain

mencari literatur skripsi maupun jurnal, peneliti juga mencari bahan atau materi sebagai penunjang isi buku yang berkaitan dengan besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel. Peneliti juga mencari referensi mengenai ayat-ayat Al-Qur'an dan tafsirnya yang dapat dikaitkan dengan pembelajaran fisika materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel.

2. Perancangan Produk

Perancangan produk diawali dengan mengkaitkan materi fisika dengan nilai-nilai keislaman. Materi dalam buku dilengkapi apersepsi yang dikaitkan ayat-ayat Al-Qur'an dan contoh soal yang dikaitkan dengan nilai-nilai keislaman. Keterkaitan antara materi fisika dengan nilai-nilai keislaman yang dituangkan peneliti ke dalam buku dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Keterkaitan Ayat-Ayat Al-Qur'an dengan fisika

Ayat-Ayat Al-Qur'an	Penjelasan Fisika
QS. Asy-Syam ayat 1-10	Alat ukur waktu
QS. An-Naml ayat 88	Gerak lurus
QS. Yasin ayat 40	Gerak melingkar
QS. Asy-Syuura ayat 32-33	Gaya

Langkah selanjutnya peneliti memadukan keterkaitan ayat-ayat Al-Qur'an dengan fisika dalam

sebuah bahan ajar fisika berbentuk buku. Standar kompetensi dan kompetensi dasar yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan silabus kurikulum KTSP. Hasil rancangan produk kemudian dikonsultasikan kepada dosen pembimbing untuk mendapatkan saran dan masukan.

3. Pengembangan Produk

a. Pembuatan Produk

Pembuatan produk awal yang dilakukan peneliti adalah menyusun *draft* buku fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam pada materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel. Susunan *draft* dalam buku *cover*, kata pengantar, gambaran isi bahan ajar, daftar isi, peta konsep, kompetensi yang akan dicapai (berisi SK, KD, indikator dan tujuan pembelajaran), apersepsi, isi materi, contoh soal, kegiatan, informasi pendukung, tokoh fisika, rangkuman, uji kompetensi, kunci jawaban, dan daftar pustaka.

Tampilan cover depan dan cover belakang produk awal dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Cover Depan dan Cover Belakang

b. Penilaian Produk

Penilaian terhadap buku yang dikembangkan dilakukan oleh tiga ahli materi, dua ahli media, dan dua guru fisika. Instrumen penilaian bahan ajar disesuaikan dengan instrumen peneilaian bahan ajar menurut BSNP (Badan Standar Nasional Pendidikan). Penilaian produk dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan penilaian, kritik dan saran dari orang-orang yang berkompeten dalam pengembangan bahan ajar.

Data hasil penilaian produk ini terdiri dari ahli materi dan guru fisika yang meliputi empat aspek yaitu kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafisan dalam empat kategori yaitu Sangat Baik (SB), Baik (B), Kurang (K), dan Sangat Kurang (SK). Sedangkan untuk ahli

media meliputi tiga aspek yaitu kebahasaan, penyajian, dan kegrafisan dalam empat kategori yang sama.

1) Penilaian Ahli Materi

Ahli materi yang memberikan penilaian terhadap buku fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam dilakukan oleh tiga dosen. Ketiga dosen tersebut adalah Ketiga dosen tersebut yaitu Andi Fadllan, S.Si., M.Sc. (dosen fisika UIN Walisongo), Edi Daenuri Anwar, M.Si. (dosen fisika UIN Walisongo), dan Dr. Ruswan, M.A. (dosen UIN Walisongo). Hasil penilaian ahli materi digunakan menentukan kualitas buku fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam dari segi materi dan pedoman dalam merevisi produk. Berdasarkan penilaian ahli materi terhadap bahan ajar fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam dianalisis empat aspek. Keempat aspek yang digunakan adalah kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafisan. Keempat aspek tersebut dijabarkan menjadi beberapa indikator.

Jumlah ahli materi yang menilai buku fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam adalah tiga orang, sehingga skor terendah untuk setiap indikator adalah 3, sedangkan skor tertinggi adalah 12. Persentase kelayakan untuk satu aspek ditentukan

dari skor dan nilai rata-rata semua indikator yang terdapat dalam satu aspek.

Aspek yang pertama adalah kelayakan isi. Pada aspek kelayakan isi diselidiki aspek kelayakan bahan ajar fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam. Berdasarkan instrumen penilaian, pada aspek kelayakan isi terdapat tujuh indikator, yaitu: 1) Kesesuaian dengan SK, KD, indikator, dan tujuan pembelajaran, 2) Kesesuaian dengan kemampuan berpikir siswa, 3) Kebenaran substansi materi pembelajaran, 4) Apersepsi yang dapat memicu motivasi siswa untuk membaca materi, 5) Penggunaan contoh peristiwa islam, 6) Kesesuaian dengan nilai-nilai keislaman, 7) Manfaat untuk menambah wawasan. Dari nilai tujuh indikator didapatkan nilai rata-rata pada aspek kelayakan isi sebesar 3,62 dan persentase kelayakan sebesar 90,47%. Hal ini berarti pada aspek kelayakan isi berada pada kategori sangat baik (SB).

Aspek kedua yang dinilai adalah kebahasaan. Pada aspek kebahasaan terdapat tiga indikator, yaitu: 1) kesesuaian dengan kaidah bahasa indonesia yang baik dan benar, 2) penggunaan bahasa yang efektif dan efisien, 3) penggunaan bahasa yang mudah dipahami. Tiga indikator pada aspek kebahasaan

diperoleh nilai rata-rata sebesar 2,89 dan persentase kelayakan sebesar 72,22%. Dengan kata lain, aspek kebahasaan dalam bahan ajar berada dalam kategori baik (B).

Aspek ketiga adalah penyajian. Pada aspek ketiga ini terdapat tiga indikator, yaitu: 1) Gambaran isi bahan ajar dan peta konsep yang mudah dipahami, 2) Gambar memadai dan sesuai dengan materi, 3) Kelengkapan informasi. Berdasarkan data pada setiap indikator didapatkan nilai rata-rata pada nilai aspek penyajian sebesar 3,44 dan persentase kelayakan sebesar 86,11%. Hal ini berarti nilai penyajian dalam bahan ajar berada pada kategori sangat baik (SB).

Aspek keempat adalah kegrafisan. Pada indikator kegrafisan terdapat empat indikator, yaitu: 1) Kejelasan tulisan dan gambar, 2) Sampul buku yang menarik, 3) Kertas yang digunakan, 4) Ilustrasi atau gambar. Berdasarkan data setiap indikator didapatkan nilai rata-rata pada nilai aspek kegrafisan sebesar 3,83 dan persentase kelayakan sebesar 95,83%. Hal ini berarti nilai kegrafisan bahan ajar berada pada kategori sangat baik (SB).

Nilai setiap aspek bahan ajar dapat ditentukan dari nilai rata-rata semua indikator. Data hasil

penilaian bahan ajar fisika oleh dapat dilihat pada Tabel 4.2

Berdasarkan hasil penilaian ahli materi dapat dikemukakan bahwa tiga aspek bahan ajar berada pada kategori sangat baik (SB) dan satu aspek bahan ajar berada pada kategori baik (B). Hasil analisis penilaian ahli materi oleh tiga dosen diperoleh nilai rata-rata sebesar 3,44 dan persentase kelayakan sebesar 86,16%. Berdasarkan hasil penilaian tersebut dapat diungkapkan bahwa materi dalam bahan ajar sangat baik (SB).

Tabel 4.2 Data Hasil Penilaian Buku Fisika Kelas X MA
oleh Ahli Materi

Aspek Penilaian	Nomor Kriteria	Penilai			Skor	Σ Per Aspek	Σ Rata-rata	Persentase Kelayakan
		I	II	III				
Kelayakan isi	1	3	4	4	11	76	3,62	90,47 %
	2	3	4	3	10			
	3	3	4	3	10			
	4	4	4	3	11			
	5	4	4	3	11			
	6	4	4	4	12			
	7	3	4	4	11			
Kebahasaan	8	3	3	3	9	26	2,89	72,22 %
	9	2	3	3	8			
	10	2	4	3	9			
Penyajian	11	3	4	3	10	31	3,44	86,11 %
	12	3	4	4	11			
	13	3	4	3	10			
Kegrafisan	14	3	4	4	11	46	3,83	95,83 %
	15	4	3	4	11			
	16	4	4	4	12			
	17	4	4	4	12			
Jumlah					179	179	3,44	86,16 %

2) Penilaian Ahli Media

Penilaian media dari buku fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam dilakukan oleh dua orang dosen. Kedua dosen tersebut yaitu Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc. (dosen fisika UIN Walisongo), dan Alwiyah Nurhayati, M.Si. (dosen fisika UIN Walisongo). Hasil penilaian oleh ahli media digunakan untuk menentukan kualitas bahan ajar

fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam dan pedoman dalam merevisi produk.

Berdasarkan penilaian ahli media terhadap bahan ajar fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam dianalisis tiga aspek. Ketiga aspek yang digunakan adalah kebahasaan, penyajian, dan kegrafisan. Pada setiap aspek dijabarkan menjadi beberapa indikator. Jumlah ahli media yang memberikan penilaian adalah dua orang, sehingga skor terendah untuk setiap indikator adalah 2 dan skor tertinggi adalah 8. Persentase kelayakan untuk satu aspek ditentukan dari skor dan nilai rata-rata semua indikator yang terdapat dalam satu aspek.

Aspek pertama yang dinilai adalah kebahasaan. Pada aspek kebahasaan terdapat tiga indikator, yaitu: 1) kesesuaian dengan kaidah bahasa indonesia yang baik dan benar, 2) penggunaan bahasa yang efektif dan efisien, 3) penggunaan bahasa yang mudah dipahami. Tiga indikator pada aspek kebahasaan diperoleh nilai rata-rata sebesar 4,0 dan persentase kelayakan sebesar 100%. Hal ini berarti aspek kebahasaan dalam bahan ajar berada dalam kategori sangat baik (SB).

Aspek kedua adalah penyajian. Pada aspek ketiga ini terdapat tiga indikator, yaitu: 1) Gambaran

isi bahan ajar dan peta konsep yang mudah dipahami, 2) Gambar memadai dan sesuai dengan materi, 3) Kelengkapan informasi. Berdasarkan data pada setiap indikator didapatkan nilai rata-rata pada nilai aspek penyajian sebesar 4,0 dan persentase kelayakan sebesar 100%. Dengan kata lain, nilai penyajian dalam bahan ajar berada pada kategori sangat baik (SB).

Aspek ketiga adalah kegrafisan. Pada indikator kegrafisan terdapat empat indikator, yaitu: 1) Kejelasan tulisan dan gambar, 2) Sampul buku yang menarik, 3) Kertas yang digunakan, 4) Ilustrasi atau gambar. Berdasarkan data setiap indikator didapatkan nilai rata-rata pada nilai aspek kegrafisan sebesar 3,62 dan persentase kelayakan sebesar 90,62%. Hal ini berarti nilai kegrafisan bahan ajar berada pada kategori sangat baik (SB).

Nilai setiap aspek bahan ajar dapat ditentukan dari nilai rata-rata semua indikator yang terdapat pada setiap aspek. Nilai rata-rata hasil penilaian ahli media terhadap bahan ajar fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam sebesar 3,87 dengan persentase kelayakan sebesar 96,87%. Hal ini berarti bahwa nilai hasil penilaian ahli media terhadap bahan ajar fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam berada pada kategori sangat baik (SB). Data

hasil penilaian bahan ajar fisika oleh ahli media dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Data Hasil Penilaian Bahan Ajar Fisika Kelas X MA oleh Ahli Media

Aspek Penilaian	Nomor Kriteria	Penilai		Skor	Σ Per Aspek	Σ Rata-rata	Persentase Kelayakan
		I	II				
Kebahasaan	1	4	4	8	24	4,0	100 %
	2	4	4	8			
	3	4	4	8			
Penyajian	4	4	4	8	24	4,0	100%
	5	4	4	8			
	6	4	4	8			
Kegrafisan	7	4	3	7	29	3,62	90,62 %
	8	4	4	8			
	9	4	3	7			
	10	4	3	7			
Jumlah				77	77	3,87	96,87 %

3) Penilaian Guru Fisika

Pengembangan bahan ajar fisika yang ditujukan untuk siswa kelas X MA dengan materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel. Oleh karena itu, peneliti melakukan penilaian bahan ajar kepada guru fisika kelas X MA. Bahan ajar ini hanya dinilai oleh dua guru fisika. Adapun dua guru fisika tersebut yaitu Imam Taufiq Sujarwo, S.Pd. (guru fisika MA Matholi'ul Huda

Pucakwangi) dan Lestari Andika Sari, S.Pd. (guru fisika MA Nurul Qur'an Pucakwangi).

Berdasarkan penilaian guru fisika terhadap bahan ajar fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam dianalisis empat aspek. Keempat aspek yang digunakan adalah kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafisan. Pada setiap aspek dijabarkan menjadi beberapa indikator. Jumlah guru yang memberikan penilaian adalah dua orang, sehingga skor terendah untuk setiap indikator adalah 2 dan skor tertinggi adalah 8. Persentase kelayakan untuk satu aspek ditentukan dari skor dan nilai rata-rata semua indikator yang terdapat dalam satu aspek.

Aspek yang pertama adalah kelayakan isi. Pada aspek kelayakan isi terdapat tujuh indikator, yaitu: 1) Kesesuaian dengan SK, KD, indikator, dan tujuan pembelajaran, 2) Kesesuaian dengan kemampuan berpikir siswa, 3) Kebenaran substansi materi pembelajaran, 4) Apersepsi yang dapat memicu motivasi siswa untuk membaca materi, 5) Penggunaan contoh peristiwa islam, 6) Kesesuaian dengan nilai-nilai keislaman, 7) Manfaat untuk menambah wawasan. Berdasarkan nilai setiap indikator dapat ditentukan nilai-rata-rata yang merupakan nilai dari aspek kelayakan isi yaitu

sebesar 3,71 dan persentase kelayakan sebesar 92,86%. Hal ini berarti pada aspek kelayakan isi berada pada kategori sangat baik (SB).

Aspek kedua yang dinilai adalah kebahasaan. Pada aspek kebahasaan terdapat tiga indikator, yaitu: 1) kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar, 2) penggunaan bahasa yang efektif dan efisien, 3) penggunaan bahasa yang mudah dipahami. Tiga indikator pada aspek kebahasaan diperoleh nilai rata-rata sebesar 3,5 dan persentase kelayakan sebesar 87,50%. Hal ini berarti aspek kebahasaan dalam bahan ajar berada dalam kategori sangat baik (SB).

Aspek ketiga adalah penyajian. Pada aspek ketiga ini terdapat tiga indikator, yaitu: 1) Gambaran isi bahan ajar dan peta konsep yang mudah dipahami, 2) Gambar memadai dan sesuai dengan materi, 3) Kelengkapan informasi. Nilai rata-rata pada nilai aspek penyajian sebesar 4,0 dan persentase kelayakan sebesar 100%. Hal ini berarti nilai penyajian dalam bahan ajar berada pada kategori sangat baik (SB).

Aspek keempat adalah kegrafisan. Pada indikator kegrafisan terdapat empat indikator, yaitu: 1) Kejelasan tulisan dan gambar, 2) Sampul buku yang menarik, 3) Kertas yang digunakan, 4) Ilustrasi atau

gambar. Nilai rata-rata pada nilai aspek kegrafisan sebesar 3,62 dan persentase kelayakan sebesar 90,62%. Hal ini berarti nilai kegrafisan bahan ajar berada pada kategori sangat baik (SB).

Nilai setiap aspek bahan ajar dapat ditentukan dari nilai rata-rata semua indikator yang terdapat pada setiap aspek. Aspek tersebut meliputi: 1) Kelayakan isi, 2) Kebahasaan, 3) Penyajian, dan 4) Kegrafisan. Nilai rata-rata hasil penilaian guru terhadap bahan ajar fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam sebesar 3,71 dengan persentase kelayakan sebesar 92,74%. Hal ini berarti bahwa nilai hasil penilaian guru fisika terhadap bahan ajar fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam sudah berada pada kategori sangat baik (SB). Data hasil penilaian bahan ajar fisika oleh guru fisika dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Data Hasil Penilaian Bahan Ajar Fisika Kelas X MA Oleh Guru Fisika

Aspek Penilaian	Nomor Kriteria	Penilai		Skor	Σ Per Aspek	Σ Rata-rata	Persentase Kelayakan
		I	II				
Kelayakan isi	1	4	4	8	52	3,71	92,86%
	2	4	4	8			
	3	3	4	7			
	4	4	4	8			
	5	3	3	6			
	6	4	3	7			
	7	4	4	8			
Kebahasaan	8	4	3	7	21	3,5	87,5 %
	9	3	3	6			
	10	4	4	8			
Penyajian	11	4	4	8	24	4,0	100 %
	12	4	4	8			
	13	4	4	8			
Kegrafisan	14	3	3	6	29	3,62	90,62 %
	15	4	4	8			
	16	3	4	7			
	17	4	4	8			
Jumlah				126	126	3,71	92,74 %

4. Revisi Produk dan Produk Akhir

Revisi produk dilakukan untuk memperoleh produk yang memadai dan sesuai dengan kebutuhan dilapangan. Pada penelitian ini, selain mendapatkan data kualitatif yang berupa kritik dan saran terhadap buku fisika agar dapat dikembangkan lebih baik lagi. Kritik dan saran tersebut selanjutnya ditindaklanjuti oleh peneliti supaya diperoleh buku yang berkualitas.

a. Kritik dan saran Ahli Materi

Menurut 3 dosen ahli materi, kualitas bahan ajar yang telah dikembangkan dalam kategori baik. Kritik dan saran yang diberikan ahli materi digunakan untuk tahap revisi selanjutnya. Berikut kritik dan saran dari ketiga ahli materi.

Tabel 4.5 Kritik dan Saran oleh Ahli Materi

No.	Kritik dan Saran
1	Penggunaan simbol, notasi harus sesuai EYD dan konsisten
2	Penggambaran vektor pada berbagai kasus harus jelas dan benar sesuai konsep fisika
3	Gunakan kalimat efektif sesuai EYD
4	Gerak jatuh bebas sudah ada, tapi gerak vertikal ke atas dan ke bawah seharusnya dimunculkan
5	Ayat al-qur'an hal.23 tidak relevan, perlu di ganti
6	Gambar/foto diupayakan agar proposional
7	Pada bab 1 ditambahi definisi 1 m, 1 detik
8	Pada bab 2 dimunculkan perbedaan kecepatan dan kelajuan
9	Perlu diperhatikan pada tata tulis, penggunaan huruf besar/huruf kecil, tanda kutip, dll.
10	Ketepatan dalil Al-Qur'an dengan tema yang sedang dikaji perlu diperhatikan

Adanya kritik dan saran dari ahli materi dilakukan perbaikan dan penyempurnaan pada buku ajar fisika ini.

Berikut tampilan beberapa saran dari ahli materi:

- 1) Ayat al-qur'an pada halaman 23 tidak relevan
 - a) Sebelum direvisi

Dan sebuah vektor dikatakan negatif apabila mempunyai arah yang berlawanan dengan vektor yang dijadikan acuan.

Dalam Al-Qur'an, vektor diisyaratkan dalam beberapa surat diantaranya surat Ar-Rum ayat 20, yaitu:

وَمِنَ الْآيَاتِ أَنْ خَلَقَكُمْ مِنْ تُرَابٍ ثُمَّ إِذَا أَنتُمْ بِبَشَرٍ تَنْتَبِهُونَ ﴿٢٠﴾

Artinya:

"dan di antara tanda-tanda kekuasaan-Nya ialah Dia menciptakan kamu dari tanah, kemudian tiba-tiba kamu (menjadi) manusia yang berkembang biak." (QS. Ar-Rum: 20)

Ayat di atas menunjukkan siklus awal kehidupan, yakni diciptakannya manusia oleh Allah SWT yang seiring berjalannya waktu akan mengalami perkembangan. Dari ayat tersebut, siklus awal kehidupan diibaratkan sebuah titik pangkal, dan perkembangannya dimisalkan sebagai suatu ruas garis yang berarah. Jika ada titik awal, maka menurut hukum alam pastilah ada suatu titik akhir. Titik akhir kehidupan adalah kematian. Jika kehidupan diibaratkan sebagai titik pangkal, maka kematian adalah akhir atau titik ujungnya. Allah berfirman dalam surat Al-Mu'minun ayat 15:

لَكُمْ فِيهَا بَعْدَ ذَلِكَ أَعْيُنٌ ﴿١٥﴾

b) Sesudah direvisi

Dan sebuah vektor dikatakan negatif apabila mempunyai arah yang berlawanan dengan vektor yang dijadikan acuan.

Dalam Al-Qur'an, vektor diisyaratkan dalam beberapa surat diantaranya surat Al-Mu'minun ayat 14, yaitu:

فَخَلَقْنَا النُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظْمًا فَكَسَوْنَا الْعِظْمَ لَحْمًا
فَخَلَقْنَا مِنْهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ ﴿١٤﴾

Artinya:

"kemudian air mani itu Kami jadikan segumpal darah, lalu segumpal darah itu Kami jadikan segumpal daging, dan segumpal daging itu Kami jadikan tulang belulang, lalu tulang belulang itu Kami bungkus dengan daging. kemudian Kami jadikan Dia makhluk yang (berbentuk) lain. Maka Maha sucilah Allah, Pencipta yang paling baik." (QS. Al-Mu'minun: 14)

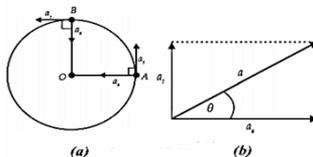
Ayat di atas menunjukkan siklus awal kehidupan, yakni diciptakannya manusia oleh Allah SWT dari air mani yang kemudian menjadi bentuk yang sempurna. Dari ayat tersebut, siklus awal kehidupan diibaratkan sebuah titik pangkal, dan perkembangannya dimisalkan sebagai

2) Gambar atau foto kurang proposional

a) Sebelum direvisi

Hubungan percepatan tangensial (a_t) dengan percepatan sudut (α), yaitu:

$$a_t = r \alpha \quad \dots \dots \dots (3.12)$$



Gambar 3.8 Benda mengalami percepatan sentripetal dan tangensial.

Sumber: kotakatifika2012.com

Berdasarkan Gambar 3.8, diketahui bahwa percepatan sentripetal dan percepatan tangensial saling tegak lurus. Oleh karena itu, percepatan totalnya adalah:

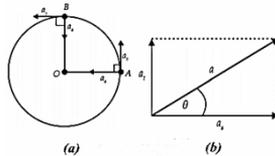
$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} \quad \dots \dots \dots (3.13)$$

b) Sesudah direvisi

Hubungan percepatan tangensial (a_t) dengan percepatan sudut (α), yaitu:

$$a_t = r \alpha$$

..... (3.12)



Gambar 3.8 Benda mengalami percepatan sentripetal dan tangensial.

Sumber: astatikfisika2012.com

Berdasarkan Gambar 3.8, diketahui bahwa percepatan sentripetal dan percepatan tangensial saling tegak lurus. Oleh karena itu, percepatan totalnya adalah:

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_c^2}$$

..... (3.13)

b. Kritik dan Saran Ahli Media

Menurut dosen ahli media, kualitas bahan ajar yang telah dikembangkan dalam kategori sangat baik. Kritik dan saran yang diberikan ahli media digunakan untuk tahap revisi selanjutnya. Berikut kritik dan saran dari kedua ahli media.

Tabel 4.6 Kritik dan Saran oleh Ahli Media

No.	Kritik dan Saran
1	Penyajian persamaan sebaiknya diletakkan pada center/tengah bidang teks
2	Kualitas gambar perlu diperbaiki (dipertajam)
3	Font yang digunakan dalam gambar diusahakan menggunakan font yang sama

Berikut tampilan beberapa kritik dan saran dari ahli media:

1) Penyajian persamaan

a) Sebelum direvisi

dari sifat-sifat perkalian silang vektor-vektor satuan ini, kita akan menghitung perkalian silang vektor **A** dan **B**.

$$\begin{aligned} \mathbf{A} \times \mathbf{B} &= (A_x\mathbf{i} + A_y\mathbf{j} + A_z\mathbf{k}) \cdot (B_x\mathbf{i} + B_y\mathbf{j} + B_z\mathbf{k}) \\ &= A_x\mathbf{i} \times B_x\mathbf{i} + A_x\mathbf{i} \times B_y\mathbf{j} + A_x\mathbf{i} \times B_z\mathbf{k} + A_y\mathbf{j} \times B_x\mathbf{i} + A_y\mathbf{j} \times B_y\mathbf{j} + A_y\mathbf{j} \times B_z\mathbf{k} + A_z\mathbf{k} \times B_x\mathbf{i} + \\ &\quad A_z\mathbf{k} \times B_y\mathbf{j} + A_z\mathbf{k} \times B_z\mathbf{k} \end{aligned}$$

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = (A_yB_z - A_zB_y)\mathbf{i} + (A_zB_x - A_xB_z)\mathbf{j} + (A_xB_y - A_yB_x)\mathbf{k} \quad \dots\dots\dots (1.3)$$

perkalian silang antara dua vektor bersifat anti komutatif, yaitu

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = -\mathbf{B} \times \mathbf{A}$$

b) Sesudah direvisi

dari sifat-sifat perkalian silang vektor-vektor satuan ini, kita akan menghitung perkalian silang vektor **A** dan **B**.

$$\begin{aligned} \mathbf{A} \times \mathbf{B} &= (A_x\mathbf{i} + A_y\mathbf{j} + A_z\mathbf{k}) \cdot (B_x\mathbf{i} + B_y\mathbf{j} + B_z\mathbf{k}) \\ &= A_x\mathbf{i} \times B_x\mathbf{i} + A_x\mathbf{i} \times B_y\mathbf{j} + A_x\mathbf{i} \times B_z\mathbf{k} + A_y\mathbf{j} \times B_x\mathbf{i} + A_y\mathbf{j} \times B_y\mathbf{j} + A_y\mathbf{j} \times B_z\mathbf{k} + A_z\mathbf{k} \times B_x\mathbf{i} + \\ &\quad A_z\mathbf{k} \times B_y\mathbf{j} + A_z\mathbf{k} \times B_z\mathbf{k} \end{aligned}$$

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = (A_yB_z - A_zB_y)\mathbf{i} + (A_zB_x - A_xB_z)\mathbf{j} + (A_xB_y - A_yB_x)\mathbf{k} \quad \dots\dots\dots (1.3)$$

perkalian silang antara dua vektor bersifat anti komutatif, yaitu]

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = -\mathbf{B} \times \mathbf{A}$$

2) Kualitas gambar dipertajam

a) Sebelum direvisi

Contoh soal 1.5

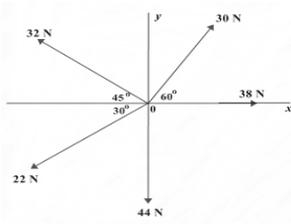
Lima buah vektor gaya sebidang bekerja pada sebuah benda besar dan arah masing-masing vektor seperti pada Gambar 1.20. Tentukan resultan gaya-gaya tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui: lihat Gambar 1.20!

Ditanyakan: $R = \dots?$

Jawab:



b) Sesudah direvisi

Contoh soal 1.5

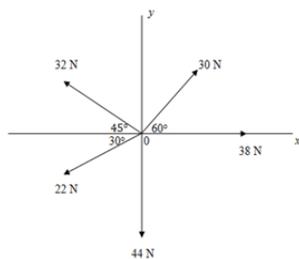
Lima buah vektor gaya sebidang bekerja pada sebuah benda besar dan arah masing-masing vektor seperti pada Gambar 1.20. Tentukan resultan gaya-gaya tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui: lihat Gambar 1.20!

Ditanyakan: $R = \dots?$

Jawab:

**c. Kritik dan saran Guru Fisika**

Validasi produk yang dilakukan oleh 2 guru fisika didapatkan kualitas bahan ajar yang dikembangkan dalam kategori sangat baik. Kritik dan saran yang diberikan guru fisika digunakan untuk tahap revisi selanjutnya. Berikut kritik dan saran dari kedua guru fisika.

Tabel 4.7 Kritik dan Saran oleh Guru Fisika

No.	Kritik dan Saran
1	Beberapa topik perlu disesuaikan lagi dengan nilai keislaman
2	Gambar atau grafik perlu diperbaiki (diperjelas)
3	Tata letak perlu diperhatikan (tab,spasi,dll)

Berikut tampilan beberapa kritik dan saran dari guru fisika:

- 1) Tata letak
 - a) Sebelum direvisi

2. Alat Ukur Massa

Massa benda merupakan banyaknya zat yang terdapat dalam suatu benda. massa tiap benda selalu sama dimanapun benda tersebut berada. Di dunia islam pengukuran massa menjadi perhatian penting oleh umat islam, karena di dalam Al-Qur'an sudah diterangkan dengan jelas tentang larangan melakukan kecurangan dalam takaran dan timbangan dalam surat Al-A'raf ayat 85 sebagai berikut:

وإِلَىٰ مَدْيَنَ أَخَاهُمْ شُعَيْبًا ۗ قَالَ يَا قَوْمِ أَعْبُدُوا اللَّهَ مَا لَكُم مِّنْ إِلَٰهٍ غَيْرُهُ ۗ قَدْ جَاءَتْكُم بَيِّنَةٌ مِّن رَّبِّكُمْ ۖ فَأَوْفُوا الْكَيْلَ وَالْمِيزَانَ ۖ وَلَا تَبْخُسُوا النَّاسَ أَمْثَلًا هُمْ وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا ۚ ذَٰلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ إِن كُنْتُمْ مُّؤْمِنِينَ ﴿٨٥﴾

Artinya:

"Dan (kami telah mengutus) kepada penduduk Mad-yan saudara mereka, Syu'aib. ia berkata: "Hai kaumku, sembahlah Allah, sekali-kali tidak ada Tuhan bagimu selain-Nya.

b) Sesudah direvisi

2. Alat Ukur Massa

Massa benda merupakan banyaknya zat yang terdapat dalam suatu benda. Massa tiap benda selalu sama dimanapun benda tersebut berada. Di dunia Islam pengukuran massa menjadi perhatian penting oleh umat Islam, karena di dalam Al-Qur'an sudah diterangkan dengan jelas tentang larangan melakukan kecurangan dalam takaran dan timbangan dalam surat Al-A'raf ayat 85 sebagai berikut:

وَالَّذِينَ كَفَرُوا هُمُ الْمُنَادُونَ أَمْ لَكُمْ آلَاءٌ مِّنْ دُونِ اللَّهِ قَدْ جَاءَتْكُمْ بَيِّنَةٌ مِّنْ رَبِّكُمْ فَاتَّقُوا اللَّهَ وَالْعِزَّةَ وَلَا تَتَّبِعُوا النَّاسَ أَشْيَاءَهُمْ وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا ذَلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ إِن كُنْتُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨٥﴾

Artinya:

"Dan (kami telah mengutus) kepada penduduk Mad-yan saudara mereka, Syu'aib. ia berkata: 'Hai kaumku, sembahlah Allah, sekali-kali tidak ada Tuhan bagimu selain-Nya.

B. Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan sebuah bahan ajar berupa buku fisika berbasis integrasi sains dan Islam. Bahan ajar yang dihasilkan adalah dalam bentuk bahan ajar cetak yang digunakan untuk pembelajaran siswa kelas X MA pada materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel. Komponen-komponen di dalam bahan ajar terdiri dari cover, kata pengantar, gambaran isi bahan ajar, daftar isi, kunci jawaban, dan daftar pustaka. Komponen-komponen yang terdapat di dalam setiap materi bahan ajar adalah sampul bab, standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator, tujuan pembelajaran, peta konsep, apersepsi, contoh soal, kegiatan, informasi, tokoh fisika, rangkuman, dan

uji kompetensi. Komponen-komponen tersebut telah memenuhi syarat sebuah bahan ajar (Prastowo, 2014), yaitu bahan ajar harus mencakup petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, materi pelajaran, informasi pendukung, latihan-latihan, petunjuk kerja atau lembar kerja, dan evaluasi.

Pengembangan bahan ajar ini berbasis integrasi sains dan Islam dengan model pengintegrasian dialogis yaitu mencari persamaan konseptual antara sains dan Islam, sehingga ditemukan persamaan antara sains dan Islam (Pranggono,2006). Materi dalam bahan ajar berisi tentang keterkaitan antara materi fisika dengan ayat-ayat Al-Qur'an dan konteks keislaman lainnya serta fenomena-fenomena yang sering dijumpai di kehidupan sehari-hari. Ciri khas dari bahan ajar ini salah satunya adalah apersepsi setiap materi yang ada di dalam bahan ajar dikaitkan dengan ayat Al-Qur'an dan contoh yang digunakan berkaitan dengan kehidupan sehari-hari yang menanamkan nilai keislaman. Berikut ini ulasan mengenai keterkaitan fisika dengan ayat-ayat Al-Qur'an dalam setiap materi pada suatu bahasan dalam bahan ajar:

1. Besaran dan Pengukuran

Materi besaran dan pengukuran mempelajari besaran-besaran dalam fisika dan alat-alat pengukuran yang disertai dengan gambar. Contoh peristiwa dalam

materi besaran dan pengukuran yaitu mengukur panjang meja. Mengukur pada konsep fisika ialah membandingkan suatu besaran yang diukur dengan besaran sejenis dan dinyatakan dalam satuan. konsep fisika tentang besaran dan pengukuran terdapat pada salah satu ayat Al-Qur'an yaitu pada surat Al-Hijr ayat 21, yang artinya: *Dan tidak ada sesuatu pun melainkan pada sisi Kami-lah khazanahnya, dan Kami tidak menurunkannya melainkan dengan ukuran tertentu.* surat Al-Hijr ayat 21 tersebut menjelaskan bahwa Allah telah menurunkan dan menciptakan segala sesuatu secara terukur, tidak kurang dan tidak lebih (Tafsir Ilmi).

2. Gerak Lurus

Materi kedua dalam bahan ajar adalah gerak lurus. Pada konsep fisika, Gerak lurus adalah gerak benda yang lintasannya berupa garis lurus. Konsep fisika tentang gerak lurus terdapat pada salah satu ayat Al-Qur'an yaitu pada surat Yasin ayat 60-61, yang artinya: *Bukankah aku telah memerintahkan kepadamu Hai Bani Adam supaya kamu tidak menyembah syaitan? Sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagi kamu dan hendaklah kamu menyembah-Ku. Inilah jalan yang lurus.* Kata *jalan yang lurus* pada ayat tersebut dapat diartikan sebagai jalan yang dapat mengantarkan kepada kebahagiaan, yaitu

jalan yang menghubungkan Tuhan yang Maha Esa dengan makhluk ciptaan-Nya (Tafsir Al-Misbah).

3. Gerak Melingkar

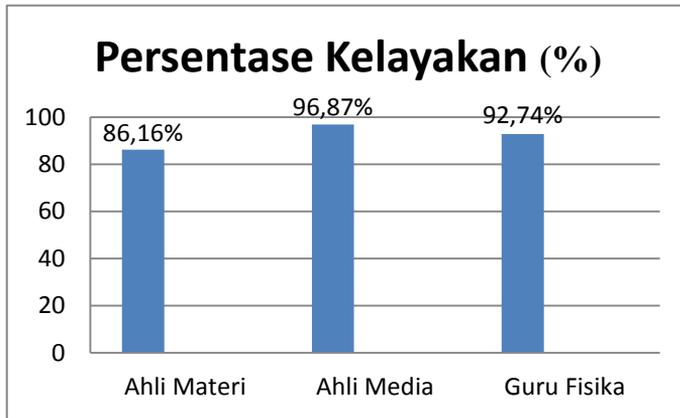
Gerak melingkar dalam konsep fisika merupakan gerak suatu benda pada lintasan yang berbentuk lingkaran. Konsep fisika tentang gerak melingkar terdapat pada salah satu ayat Al-Qur'an yaitu pada surat Yasin ayat 40, yang artinya: *Tidaklah mungkin matahari mendapatkan bulan malam pun tidak dapat mendahului siang dan masing-masing beredar pada garis edarnya.* Surat Yasin ayat 40 tersebut menjelaskan bahwa bumi harus berotasi. Jika tidak berotasi, kandungan ayat ini akan bertentangan dengan fenomena bulan sabit yang semakin tinggi di ufuk barat setelah bulan baru. Surat Yasin ayat 40 ini megtakan bahwa tidak mungkin matahari mendahului bulan. Artinya bulan lebih cepat daripada matahari (Purwanto,2012).

4. Dinamika Partikel

Dinamika ialah Ilmu fisika yang mempelajari gerak dengan memperhatikan penyebab geraknya. Salah satu contohnya yaitu proses peluncuran roket. Selama proses peluncuran roket berlangsung berlaku hukum aksi-reaksi sehingga roket dapat terdorong ke atas. Konsep fisika tentang aksi-reaksi terdapat pada salah satu ayat Al-Qur'an yaitu pada surat Ar-Rahman ayat 60,

yang artinya: *Tidak ada balasan kebaika kecuali kebaikan pula*. Secara harfiah surat Ar-Rahman ayat 60 dapat diartikan bahwa munculnya balasan kebaikan merubakan buah dari interaksi. Ayat tersebut tersirat pula makna dari pemberian dan balasan berupa potensi yang dimiliki suatu benda.

Hasil analisis data penilaian bahan ajar fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam dinilai oleh tiga ahli yaitu ahli materi, ahli media, dan guru fisika. Penilaian oleh ahli materi mencakup empat aspek, diantaranya: kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafisan. Penilaian oleh ahli media mencakup tiga aspek, yaitu: kebahasaan, penyajian, dan kegrafisan. sedangkan penilaian oleh guru fisika mencakup empat aspek, meliputi: kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafisan. Dari hasil analisis data penilaian bahan ajar oleh ahli materi didapatkan nilai rata-rata 3,44 dan persentase kelayakan sebesar 86,16%, oleh ahli media didapatkan nilai rata-rata 3,87 dengan persentase kelayakan sebesar 96,87%, serta oleh guru fisika didapatkan nilai rata-rata 3,71 dengan persentase kelayakan sebesar 92,74%. Berdasarkan (Widoyoko, 2012) memperlihatkan bahwa bahan ajar fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam berada pada kategori sangat baik (SB). Grafik hasil persentase keseluruhan penilaian bahan ajar terdapat dalam Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2

Grafik Penilaian Ahli Materi, Ahli Media, dan Guru Fisika

Bahan ajar direvisi berdasarkan kritik dan saran dari tim ahli. Kritik dan saran dari masing-masing ahli dapat dilihat pada Tabel 4.5 untuk kritik dan saran dari ahli materi, Tabel 4.6 untuk kritik dan saran dari ahli media, dan Tabel 4.7 untuk kritik dan saran dari guru fisika.

Berdasarkan kritik dan saran dari tim ahli tersebut, peneliti melakukan perbaikan terhadap bahan ajar antara lain dengan mengganti ayat Al-Qur'an yang tidak relevan dengan ayat Al-Qur'an yang relevan, mengganti gambar atau foto yang kurang jelas dan kurang proposional dengan gambar atau foto

yang jelas dan proposional, meletakkan persamaan rumus pada center atau tengah bidang teks, serta memperbaiki tata tulisan.

Pengembangan buku fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam pada materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel terdapat beberapa keterbatasan dan kendala. Keterbatasan buku fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam pada materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel terletak pada pengujian produk yang hanya meliputi penilaian kualitas bahan ajar dan tidak diujicobakan pengaruhnya terhadap prestasi peserta didik. Sedangkan kendala dalam pembuatan bahan ajar antara lain kesulitan dalam menggali ayat-ayat Al-Qur'an yang berhubungan dengan materi dan kurangnya kemampuan peneliti dalam mendesain buku.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Prosedur dalam penelitian dan pengembangan ini menggunakan teori yang dikemukakan oleh Borg & Gall, yang disederhanakan menjadi empat tahap, yaitu studi pendahuluan, perancangan produk, pengembangan produk, serta revisi produk dan produk akhir.
2. Kualitas buku fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam pada materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media, dan guru fisika kualitas buku dalam kategori sangat baik (SB). Menurut persentase kelayakan untuk kualitas buku menurut masing-masing yaitu ahli materi 86,16%, ahli media 96,87%, serta guru fisika 92,74%.

B. Saran

1. Produk yang dihasilkan dalam penelitian berupa bahan ajar fisika kelas X MA berbasis integrasi sains dan Islam pada materi besaran dan pengukuran, gerak lurus, gerak melingkar, dan dinamika partikel disarankan supaya diujicobakan dalam kelas kecil maupun kelas besar,

supaya lebih mengetahui kekurangan dan kelebihan bahan ajar tersebut.

2. Peneliti selanjutnya disarankan melakukan penelitian pengembangan buku fisika berbasis integrasi sains dan Islam untuk materi fisika yang berbeda, sehingga dapat memperkaya buku fisika yang berbasis integrasi sains dan Islam.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, Sofyan dan Lif Khoiru Ahmadi. 2010. *Konstruksi Pengembangan Pembelajaran Pengaruhnya Terhadap Mekanisme Dan Praktik Kurikulum*. Jakarta: PT Prestasi Pustakaraya.
- Arikunto, Suharsimi. 2009. *Dasar-Dasar Evaluasi Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ash Shiddieqy, Teungku Muhammad Hasbi. 2002. *Al Bayan: tafsir penjelas Al Qur'anul Karim*. Semarang: Pustaka Rizki Putra.
- Bakar, Osman. 1991. *Tauhid dan Sains: Esai-esai tentang Sejarah dan Filsafat Sains Islam* terj. Yuliani Liputo. Bandung: Pustaka Hidayah.
- Departemen Agama RI. 2009. *Al-Qur'an dan Terjemahnya*. Surabaya: Duta Ilmu.
- Depdiknas. 2003. *Undang-undang Reublik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Depdiknas. 2009. *Tesaurus Alfabetis Bahasa Indonesia*. Bandung: Mizan.
- Fauzi, Selamat. 2012. *Pengembangan Buku Ajar Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi sebagai Bahan Pembelajaran Fisika SMA/MA Kelas XI Semester 1*. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.

- Gall, M.D., Gall, J.P. & Borg, W.R., "Educational Research" dalam Nana Syaodih Sukmadinata. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Hamalik, Oemar. 2011. *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Haryati , Mimin. 2007. *Model & Teknik Penilaian pada Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Ishaq, Muhammad. 2007. *Fisika Dasar*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kanginan, Marthen. 2007. *Fisika SMA Jilid 1 A*. Jakarta: Erlangga.
- Mahzar, Armahedi. 2004. *Revolusi Integralisme Islam: Meruskan Paradigma Sains dan Teknologi Islami*. Bandung: PT Mizan Pustaka.
- Majid, Abdul. 2008. *Perencanaan Pembelajaran Mengembangkan Standar Kompetensi Guru*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Mardayani, Sri., dkk. 2013. *Pengembangan Bahan Ajar Fisika yang Terintegrasi Nilai-Nilai Ayat al-Qur'an pada Materi Gerak untuk Pembelajaran Peserta didik Kelas X MA*. 1.
- Mudlofir , Ali. 2012. *Aplikasi Pengembangan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) dan Bahan Ajar dalam Pendidikan Agama Islam*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Nuracmandani, Setya. 2009. *FISIKA 1 untuk SMA/MA KELAS X*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

- Pranggono, Bambang. 2006. *Percikan Sains dalam Al-Qur'an*. Bandung: Mizan Pustaka.
- Prastowo, Andi. 2014. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: DIVA Press.
- Purwanto, Agus. 2012. *Nalar Ayat-Ayat Semesta*. Bandung: Mizan.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumarsono, Joko. 2009. *FISIKA untuk SMA/MA KELAS X*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Supriyanto dan Sumarno. 2006. *FISIKA untuk SMA/MA KELAS X*. Semarang: CV Aneka Ilmu.
- Wahidin. 2015. *Sains dan Agama: Rekonstruksi Integrasi Keduanya*. Yogyakarta: Ombak.
- Widoyoko, Eko Putro. 2012. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Young, Hugh D. Dan Roger A. Friedman. 1998. *Fisika Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Yunita, Deti. 2013. *Pengembangan Modul Fisika Berbasis Integrasi-Interkoneksi Model Komplementasi Pada Pokok Bahasan Cahaya untuk Peserta didik SMP/MTs*. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1: Surat penunjukan pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Alamat : Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang
Telp. (024) 7601295 Fax. 7615387

No. : In.06.03/J6/PP.00.9/4805/2015 Semarang, 30 Oktober 2015
Lamp. :-
Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth.:

1. Drs. H. Abdul wahid, M.Ag
2. Dr. Hamdan Hadi K., M.Sc

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian pada Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, maka disetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Zulis Tianingrum
NIM : 123611030
Judul :

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA KELAS X MA BERBASIS
INTEGRASI SAINS DAN ISLAM PADA MATERI BESARAN DAN
PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN
DINAMIKA PARTIKEL.**

Dan menunjuk:

1. Drs. H. Abdul Wahid, M.Ag., sebagai Pembimbing I
2. Dr. Hamdan Hadi K., M.Sc., sebagai Pembimbing II

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini disampaikan, atas perhatian yang diberikan kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Dekan
Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan,
UIN Walisongo

Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc.
703202009121002

Tembusan:

1. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Lampiran 2: Pengesahan Proposal

PENGESAHAN PROPOSAL PENELITIAN

Proposal penelitian skripsi yang ditulis oleh :

Nama lengkap : Zulis Tianingrum

NIM : 123611030

Program Studi : Pendidikan Fisika

Judul Penelitian : **PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA KELAS X MA BERBASIS INTEGRASI SAINS DAN ISLAM PADA MATERI BESARAN DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN DINAMIKA PARTIKEL.**

telah disetujui dan dapat dijadikan dasar dalam melaksanakan penelitian untuk penulisan skripsi.

Disahkan oleh:

1. Pembimbing I : Drs. H. Abdul Wahid, M.Ag.

NIP : 19691114 199403 1 003

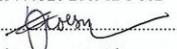
Tanggal : 21-10-2016

Tanda tangan : 

2. Pembimbing II : Dr. Hamdan Hadi K., M.Sc.

NIP : 19770320 200912 1 002

Tanggal : 19-10-2016

Tanda tangan : 

Lampiran 3: Surat Keterangan Penelitian



Lembaga Pendidikan Ma'arif NU
Yayasan Nurus Salam Akte Notaris : 32/VI/1987

MA MATHOLI'UL HUDA

STATUS : TERAKREDITASI A

Jln. Tiwongso Timur Ds. Sokopuluhan Kec. Pucakwangi Kab. Pati ☎ (0295) 3351687 Kode Pos 59183
Website: www.ma-nmhpcw.sch.id, e-mail : ma.maha.pucakwangi@gmail.com

SURAT KETERANGAN

Nomor : MA.MH/TL.00/309/2016

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Drs. H. Abdul Aziz, M.Pd.I
NIP : --
Pangkat/ gol : --
Jabatan : Kepala MA
Unit Kerja : MA Matholi'ul Huda Pucakwangi Kab. Pati, Provinsi Jawa Tengah

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa :

Nama : ZULIS TIANINGRUM
Tempat, Tgl Lahir : Pati, 19 Juni 1993
NIM : 123611030
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Pendidikan Fisika
Perguruan Tinggi : UIN Walisongo Semarang

Yang bersangkutan benar-benar telah melaksanakan penelitian di MA Matholi'ul Huda mulai tanggal 15 s.d. 19 November 2016, dengan judul "Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X MA Berbasis Integrasi Sains dan Islam pada Materi Besaran dan Pengukurannya, Gerak Lurus, Gerak Melingkar, dan Dinamika Partikel. Guna memenuhi persyaratan dalam meraih gelar sarjana.

Demikian surat keterangan ini, untuk menjadikan maklum dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.





**YAYASAN PERGURUAN ILMU AL-QUR'AN (YPIQ)
MADRASAH ALIYAH NURUL QUR'AN**

Alamat : Jl.Raya Juwana Pucakwangi Km.13 Tegalwero Pucakwangi Pati
Kode Pos 59183 HP : 085290650666

SURAT KETERANGAN

Nomor : MA.11/393/PP.006/077/XI/2016

Yang bertanda tangan dibawah ini :

N a m a : **Hj. Hanik Rohmawati, S.Ag.**
NIP : -
Jabatan : Kepala MA Nurul Qur'an Tegalwero
Alamat Kantor : Jl.Raya Juwana - Pucakwangi Km.13 Tegalwero Pucakwangi Pati

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa:

N a m a : ZULIS TIANINGRUM
Tempat Tanggal Lahir : Pati, 19 Juni 1993
NIM : 123611030
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Pendidikan Fisika
Perguruan Tinggi : UIN Walisongo Semarang

Yang bersangkutan benar-benar telah melaksanakan penelitian di MA Nurul Qur'an mulai tanggal 15 s.d. 19 November 2016 dengan judul "**Pengembangan Bahan Ajar Fisika kelas X MA Basis Integrasi Sains dan Islam pada Materi Besaran dan Pengukurannya, Gerak Lurus, Gerak Melingkar, dan Dinamika Partikel**". Guna memenuhi persyaratan dalam meraih gelar sarjana. Demikian surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Pucakwangi, 20 November 2016

Kepala MA Nurul Qur'an



Hj. Hanik Rohmawati, S.Ag.
NIP.

Lampiran 4: Daftar Nama Penilai

Daftar Nama Ahli Materi

Andi Fadllan, M.Si.

Edi Daenuri Anwar, M.Si.

Dr. Ruswan, M.Ag.

Daftar Nama Ahli Media

Muhammad Ardhi Khalif, M.Sc.

Alwiyah Nurhayati, M.Si.

Daftar Nama Guru Fisika

Imam Taufiq Sujarwo, S.Pd.

Lestari Andika Sari, S.Pd.

Lampiran 5: Rubrik Instrumen Penelitian

**RUBRIK
INSTRUMEN PENILAIAN KUALITAS BAHAN AJAR FISIKA
(BESARAN DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK
MELINGKAR, DAN DINAMIKA PARTIKEL)
UNTUK SISWA SMA/MA KELAS X BERBASIS SAINS DAN ISLAM
UNTUK AHLI MATERI**

Indikator	Indikator Penilaian	
1. Kesesuaian dengan SK, KD, indikator, dan tujuan	4	Jika semua materi sesuai dengan SK, KD, Indikator dan tujuan
	3	Jika sebagian besar materi sesuai dengan SK, KD, Indikator dan tujuan
	2	Jika sebagian kecil materi sesuai dengan SK, KD, Indikator dan tujuan
	1	Jika semua materi tidak sesuai dengan SK, KD, Indikator dan tujuan
2. Kesesuaian dengan kemampuan berfikir siswa	4	Jika isi materi sesuai dengan kemampuan berfikir siswa dan terdapat pengembangan
	3	Jika isi materi sesuai dengan kemampuan berfikir siswa tetapi tidak terdapat pengembangan
	2	Jika isi materi tidak sesuai dengan kemampuan berfikir siswa tetapi terdapat pengembangan
	1	Jika isi materi tidak sesuai dengan kemampuan berfikir siswa tetapi terdapat pengembangan
3. Kebenaran substansi materi pembelajaran	4	Jika materi yang disajikan sesuai dengan konsep
	3	Jika sebagian besar materi yang disajikan sesuai dengan konsep
	2	Jika sebagian kecil materi yang disajikan sesuai dengan konsep
	1	Jika materi yang disajikan tidak sesuai dengan konsep
4. Apersepsi dapat memicu motivasi siswa untuk membaca materi	4	Apersepsi dapat memicu motivasi siswa untuk membaca materi
	3	Apersepsi sebagian besar dapat memicu motivasi siswa untuk membaca materi
	2	Apersepsi sebagian kecil dapat memicu motivasi siswa untuk membaca materi
	1	Apersepsi tidak dapat memicu motivasi siswa untuk membaca materi
5. Penggunaan contoh peristiwa islam	4	Jika semua contoh menggunakan peristiwa islam
	3	Jika sebagian besar contoh menggunakan peristiwa islam
	2	Jika ebagian kecil contoh menggunakan peristiwa islam
	1	Jika semua contoh tidak menggunakan peristiwa islam
6. kesesuaian dengan nilai-nilai keislaman	4	Jika semua materi sesuai dengan nilai-nilai keislaman
	3	Jika sebagian besar materi sesuai dengan nilai-nilai keislaman

	2	Jika sebagian kecil materi sesuai dengan nilai-nilai keislaman
	1	Jika semua materi tidak sesuai dengan nilai-nilai keislaman
7. Manfaat untuk menambah wawasan	4	Jika semua materi dapat menambah wawasan siswa
	3	Jika sebagian besar materi dapat menambah wawasan siswa
	2	Jika sebagian kecil materi dapat menambah wawasan siswa
	1	Jika semua materi tidak dapat menambah wawasan siswa
8. Kesesuaian dengan kaidah bahasa indonesia yang baik dan benar (EYD)	4	Jika bahasa yang digunakan sesuai dengan EYD
	3	Jika bahasa yang digunakan sebagian besar sesuai dengan EYD
	2	Jika bahasa yang digunakan sebagian kecil sesuai dengan EYD
	1	Jika bahasa yang digunakan tidak sesuai dengan EYD
9. penggunaan bahasa yang efektif dan efisien	4	Jika bahasa yang digunakan efektif dan efisien
	3	Jika bahasa yang digunakan efektif dan kurang efisien
	2	Jika bahasa yang digunakan kurang efektif dan tidak efisien
	1	bahasa yang digunakan tidak efektif dan tidak efisien
10. Penggunaan bahasa yang mudah dipahami	4	Jika kalimat jelas, singkat, dan mudah dipahami
	3	Jika kalimat jelas, panjang, dan mudah dipahami
	2	Jika kalimat jelas, panjang, dan sulit dipahami
	1	Jika kalimat kurang jelas, panjang, dan sulit dipahami
11. Gambaran isi bahan ajar dan peta konsep mudah di pahami	4	Jika gambaran isi bahan ajar dan peta konsep mudah dipahami
	3	Jika gambaran isi bahan ajar sebagian gambaran isi bahan ajar dan peta konsep mudah dipahami
	2	Jika gambaran isi bahan ajar sebagian gambaran isi bahan ajar dan peta konsep mudah dipahami
	1	Jika gambaran isi bahan ajar dan peta konsep sulit dipahami
12. Gambar memadai dan sesuai dengan materi	4	Jika gambar memadai dan sesuai dengan materi
	3	Jika gambar memadai tetapi kurang sesuai dengan materi
	2	Jika gambar kurang memadai dan tidak sesuai dengan materi
	1	Jika gambar tidak memadai dan tidak sesuai dengan materi
13. Kelengkapan informasi	4	Jika semua materi terdapat informasi
	3	Jika sebagian besar materi terdapat informasi
	2	Jika sebagian kecil materi terdapat informasi
	1	Jika semua materi tidak terdapat informasi
14. Kejelasan tulisan dan gambar	4	Jika tulisan yang digunakan jelas dan gambar yang dilihat jelas
	3	Jika tulisan yang digunakan jelas tetapi gambar yang dilihat kurang jelas

	2	Jika tulisan yang digunakan kurang jelas dan gambar yang dilihat tidak jelas
	1	Jika tulisan yang digunakan tidak jelas dan gambar yang dilihat tidak jelas
15. Sampul buku yang menarik	4	Jika sampul buku menarik dan sesuai dengan konteks
	3	Jika sampul buku menarik tetapi kurang sesuai dengan konteks
	2	Jika sampul buku kurang menarik dan tidak sesuai dengan konteks
	1	Jika sampul buku tidak menarik dan tidak sesuai dengan konteks
16. Kualitas kertas yang digunakan	4	Kertas yang digunakan sangat berkualitas
	3	Kertas yang digunakan berkualitas
	2	Kertas yang digunakan kurang berkualitas
	1	Kertas yang digunakan tidak berkualitas
17. Ilustrasi atau gambar	4	Ilustrasi atau gambar sangat sesuai dengan penempatannya
	3	Ilustrasi atau gambar sesuai dengan penempatannya
	2	Ilustrasi atau gambar kurang sesuai dengan penempatannya
	1	Ilustrasi atau gambar sesuai tidak dengan penempatannya

Lampiran 6: Data Penilaian Ahli Materi

Lembar Instrumen Penilaian Ahli Materi
Bahan Ajar Berbasis Integrasi Sains dan Islam Kelas X SMA/MA Materi BESARAN
DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN
DINAMIKA PARTIKEL

Nama : Anis Fadlan
 NIP : 19880911200617006
 Instansi : UIN Walafong
 Tanggal : 22-11-2016

Petunjuk pengisian

1. Berilah tanda centang (√) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.
2. Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tulislah kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar kritik dan saran yang telah disediakan.

No	Aspek Penilaian	Indikator	Nilai			
			4	3	2	1
1	Kelayakan Isi	1. Kesesuaian dengan SK, KD, Indikator dan Tujuan		✓		
		2. Kesesuaian dengan kemampuan berpikir siswa		✓		
		3. Kebenaran substansi materi pembelajaran			✓	
		4. Apersepsi dapat memicu motivasi siswa untuk membaca materi	✓			
		5. Penggunaan contoh peristiwa islam	✓			
		6. Kesesuaian dengan nilai-nilai keislaman	✓			
		7. Manfaat untuk menambah wawasan		✓		
2	Kebahasaan	8. Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar (EYD)		✓		
		9. Penggunaan bahasa yang efektif dan efisien			✓	
		10. Penggunaan bahasa yang mudah dipahami			✓	
3	Penyajian	11. Gambaran isi bahan ajar dan peta konsep yang mudah dipahami		✓		
		12. Gambar memadai dan sesuai dengan materi		✓		
		13. Kelengkapan informasi		✓		
4	Kegrafisan	14. Kejelasan tulisan dan gambar		✓		
		15. Sampul buku yang menarik	✓			
		16. Kertas yang digunakan	✓			
		17. Ilustrasi atau gambar	✓			

Lembar Kritik dan Saran Terhadap Buku Fisika Berbasis Sains dan Islam

1. Penggunaan simbol, notasi harus sesuai EYD dan Lambang.
2. Penggambaran vektor pada berbagai lajur harus jelas dan benar sesuai konsep fisika.
3. Gunakan kalimat efektif sesuai EYD.
4. Cerita jatuh bebas sudah ada, tapi gambar vertikal ke atas dan ke bawah sehingga muncul kebalikan.
5. Ayat Alqura hal. 23 tidak relevan, perlu diganti.
6. Gambar/foto supaya lebih agar proporsional.

Mohon Bapak/Ibu memberi tanda centang (√)

Rentang penilaian	Kategori	kelayakan
55,25 > skor ≤ 68	Sangat baik	Dapat digunakan tanpa revisi
42,50 > skor ≤ 55,25	Baik	Dapat digunakan dengan sedikit revisi
29,75 > skor ≤ 42,50	Kurang	Dapat digunakan dengan banyak revisi
17 ≥ skor ≤ 29,75	Sangat kurang	Belum dapat digunakan

Semarang, 22-11-2016

Penilai,


 (.....) F. S. H. A.
 NIP. 19800915 200501 10-6

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : *Ans. Fadhila*
NIP : *19800915 200501 1006*
Instansi : *UIN Walisongo*

Menyatakan bahwa saya telah menilai produk buku fisika untuk keperluan skripsi yang berjudul "Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam kelas X SMA/MA Materi BESARAN DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN DINAMIKA PARTIKEL" yang disusun oleh:

Nama : Zulis Tianingrum
NIM : 123611030
Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Instansi : Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang

Harapan saya, penilaian, kritik, dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan dalam memperoleh produk berupa buku fisika yang berkualitas.

Semarang, ^{*22-11-16*}.....

Penilai,


(*Ans. Fadhila*)
NIP. *19800915 200501 1006*

Lembar Instrumen Penilaian Ahli Materi
Bahan Ajar Berbasis Integrasi Sains dan Islam Kelas X SMA/MA Materi BESARAN
DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN
DINAMIKA PARTIKEL

Nama : Fitri Darmen A, MS
 NIP : 197907262009121002
 Instansi : Kur. Matematika Fisik FSI
 Tanggal : 29 Nopember 2016

Petunjuk pengisian

1. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.
2. Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tuliskan kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar kritik dan saran yang telah disediakan.

No	Aspek Penilaian	Indikator	Nilai			
			4	3	2	1
1	Kelayakan Isi	1. Kesesuaian dengan SK, KD, Indikator dan Tujuan	✓			
		2. Kesesuaian dengan kemampuan berpikir siswa	✓			
		3. Kebenaran substansi materi pembelajaran	✓			
		4. Apersepsi dapat memicu motivasi siswa untuk membaca materi	✓			
		5. Penggunaan contoh peristiwa islam	✓			
		6. Kesesuaian dengan nilai-nilai keislaman	✓			
		7. Manfaat untuk menambah wawasan	✓			
2	Kebahasaan	8. Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar (EYD)		✓		
		9. Penggunaan bahasa yang efektif dan efisien		✓		
		10. Penggunaan bahasa yang mudah dipahami	✓			
3	Penyajian	11. Gambaran isi bahan ajar dan peta konsep yang mudah dipahami	✓			
		12. Gambar memadai dan sesuai dengan materi	✓			
		13. Kelengkapan informasi	✓			
4	Kegrafisan	14. Kejelasan tulisan dan gambar		✓		
		15. Sampul buku yang menarik	✓			
		16. Kertas yang digunakan	✓			
		17. Ilustrasi atau gambar	✓			

Lembar Kritik dan Saran Terhadap Buku Fisika Berbasis Sains dan Islam

① Bab I diberikan def 1.4, 1.5

② Bab 2, pakekan konsep & kaji.

Mohon Bapak/Ibu memberi tanda centang (√)

Rentang penilaian	Kategori	kelayakan
55,25 > skor ≤ 68	Sangat baik	Dapat digunakan tanpa revisi
42,50 > skor ≤ 55,25	Baik	Dapat digunakan dengan sedikit revisi
29,75 > skor ≤ 42,50	Kurang	Dapat digunakan dengan banyak revisi
17 ≥ skor ≤ 29,75	Sangat kurang	Belum dapat digunakan

Semarang, 25 November 2016.

Penilai,

(Egi Daenun Anwar, N.S.)

NIP.

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : *Edi Daenuri Anwar, M.Si*
NIP : *19790926 200912 1002*
Instansi : *Depart Fisika FST UIN Walisongo Semarang.*

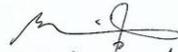
Menyatakan bahwa saya telah menilai produk buku fisika untuk keperluan skripsi yang berjudul "Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam kelas X SMA/MA Materi BESARAN DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN DINAMIKA PARTIKEL" yang disusun oleh:

Nama : *Zulis Tianingrum*
NIM : *123611030*
Prodi : *Pendidikan Fisika*
Fakultas : *Sains dan Teknologi*
Instansi : *Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang*

Harapan saya, penilaian, kritik, dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan dalam memperoleh produk berupa buku fisika yang berkualitas.

Semarang,

Penilai,



Edi Daenuri Anwar, M.Si

NIP.

Lembar Instrumen Penilaian Ahli Materi
Bahan Ajar Berbasis Integrasi Sains dan Islam Kelas X SMA/MA Materi BESARAN
DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN
DINAMIKA PARTIKEL

Nama : Dr. Prayawan, M.A.
 NIP : 196804241973021004
 Instansi : UIN Walisongo
 Tanggal :

Petunjuk pengisian

1. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.
2. Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tuliskan kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar kritik dan saran yang telah disediakan.

No	Aspek Penilaian	Indikator	Nilai			
			4	3	2	1
1	Kelayakan Isi	1. Kesesuaian dengan SK, KD, Indikator dan Tujuan	✓			
		2. Kesesuaian dengan kemampuan berpikir siswa		✓		
		3. Kebenaran substansi materi pembelajaran		✓		
		4. Apersepsi dapat memicu motivasi siswa untuk membaca materi		✓		
		5. Penggunaan contoh peristiwa islam		✓		
		6. Kesesuaian dengan nilai-nilai keislaman	✓			
		7. Manfaat untuk menambah wawasan	✓			
2	Kebahasaan	8. Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar (EYD)		✓		
		9. Penggunaan bahasa yang efektif dan efisien		✓		
		10. Penggunaan bahasa yang mudah dipahami		✓		
3	Penyajian	11. Gambaran isi bahan ajar dan peta konsep yang mudah dipahami		✓		
		12. Gambar memadai dan sesuai dengan materi	✓			
		13. Kelengkapan informasi		✓		
4	Kegrafisan	14. Kejelasan tulisan dan gambar	✓			
		15. Sampul buku yang menarik	✓			
		16. Kertas yang digunakan	✓			
		17. Ilustrasi atau gambar	✓			

Lembar Kritik dan Saran Terhadap Buku Fisika Berbasis Sains dan Islam

1. Pada pembahasan pada tata nilai, penyusunan huruf besar / huruf kecil, tanda kutip, ~~kalimat~~ dll.
2. Kecepatan & kelik H. Qura'een dengan tema yang sudah dikaji pada diperluasnya.

Mohon Bapak/Ibu memberi tanda centang (√)

Rentang penilaian	Kategori	kelayakan	
55,25 > skor ≤ 68	Sangat baik	Dapat digunakan tanpa revisi	
42,50 > skor ≤ 55,25	Baik	Dapat digunakan dengan sedikit revisi	
29,75 > skor ≤ 42,50	Kurang	Dapat digunakan dengan banyak revisi	
17 ≥ skor ≤ 29,75	Sangat kurang	Belum dapat digunakan	

Semarang,

Penilai,


(..... Ruswan)
NIP.

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dr. Ruswan, M.A.
NIP : 196804241993031004
Instansi : UIN Walisongo

Menyatakan bahwa saya telah menilai produk buku fisika untuk keperluan skripsi yang berjudul "Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam kelas X SMA/MA Materi BESARAN DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN DINAMIKA PARTIKEL" yang disusun oleh:

Nama : Zulis Tianingrum
NIM : 123611030
Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Instansi : Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang

Harapan saya, penilaian, kritik, dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan dalam memperoleh produk berupa buku fisika yang berkualitas.

Semarang, 9 Des. 2016

Penilai,



(..... Ruswan))

NIP. 196804241993031004

Lampiran 7: Data Penilaian Ahli Media

Lembar Instrumen Penilaian Ahli Media
Bahan Ajar Berbasis Integrasi Sains dan Islam Kelas X SMA/MA Materi BESARAN
DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN
DINAMIKA PARTIKEL

Nama : M. Ardhi K
 NIP : 1982100920121010
 Instansi : FST UIN Walisongo
 Tanggal : 24.11.2016

Petunjuk pengisian

1. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.
2. Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tuliskan kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar kritik dan saran yang telah disediakan.

No	Aspek Penilaian	Indikator	Nilai			
			4	3	2	1
1	Kebahasaan	1. Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar (EYD)	✓			
		2. Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien	✓			
		3. Penggunaan bahasa yang mudah dipahami	✓			
2	Penyajian	4. Gambaran isi bahan ajar dan peta konsep mudah dipahami	✓			
		5. Gambar memadai dan sesuai dengan materi	✓			
		6. Kelengkapan informasi	✓			
3	Kegrafisan	7. Kejelasan tulisan dan gambar	✓			
		8. Sampul buku yang menarik	✓			
		9. Kertas yang digunakan	✓			
		10. Ilustrasi atau gambar	✓			

Lembar Kritik dan Saran Terhadap Buku Fisika Berbasis Sains dan Islam

Pengajian persamaan sebarang di letakkan pada center / tengah bidang teks.

Mohon Bapak/Ibu memberi tanda centang (✓)

Rentang penilaian	Kategori	Kelayakan	
32,50 > skor ≤ 40,00	Sangat baik	Dapat digunakan tanpa revisi	✓
25,00 > skor ≤ 32,50	Baik	Dapat digunakan dengan sedikit revisi	
17,50 > skor ≤ 25,00	Kurang	Dapat digunakan dengan banyak revisi	
10 ≥ skor ≤ 17,50	Sangat kurang	Belum dapat digunakan	

Semarang, 28-12-2016

Penilai,


(M. Atqin IC)
NIP. 1982060920101100

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. Ardhi K
NIP : 19821009 20101 1010
Instansi : FST UIN Walisongo

Menyatakan bahwa saya telah menilai produk buku fisika untuk keperluan skripsi yang berjudul "Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam kelas X SMA/MA Materi BESARAN DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN DINAMIKA PARTIKEL" yang disusun oleh:

Nama : Zulis Tianingrum
NIM : 123611030
Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Instansi : Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang

Harapan saya, penilaian, kritik, dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan dalam memperoleh produk berupa buku fisika yang berkualitas.

Semarang, 24-11-2016

Penilai,



(M. Ardhi K)
NIP. 19821009 20101 1010

Lembar Instrumen Penilaian Ahli Media
Bahan Ajar Berbasis Integrasi Sains dan Islam Kelas X SMA/MA Materi BESARAN
DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN
DINAMIKA PARTIKEL

Nama : Alwiyah N
 NIP : 198112112011012006
 Instansi : FIKKA GW Walisongo Sng
 Tanggal :

Petunjuk pengisian

1. Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.
2. Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tulislah kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar kritik dan saran yang telah disediakan.

No	Aspek Penilaian	Indikator	Nilai			
			4	3	2	1
1	Kebahasaan	1. Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar (EYD)	✓			
		2. Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien	✓			
		3. Penggunaan bahasa yang mudah dipahami	✓			
2	Penyajian	4. Gambaran isi bahan ajar dan peta konsep mudah dipahami	✓			
		5. Gambar memadai dan sesuai dengan materi	✓			
		6. Kelengkapan informasi	✓			
3	Kegrafisan	7. Kejelasan tulisan dan gambar		✓		
		8. Sampul buku yang menarik	✓			
		9. Kertas yang digunakan		✓		
		10. Ilustrasi atau gambar		✓		

Lembar Kritik dan Saran Terhadap Buku Fisika Berbasis Sains dan Islam

Kualitas gambar diper perlu & perbaikan (di pertajam)
Font yg digunakan dim gambar & usahakan menggun
nakan font yg sama.

Mohon Bapak/Ibu memberi tanda centang (✓)

Rentang penilaian	Kategori	Kelayakan	
32,50 > skor ≤ 40,00	Sangat baik	Dapat digunakan tanpa revisi	
25,00 > skor ≤ 32,50	Baik	Dapat digunakan dengan sedikit revisi	✓
17,50 > skor ≤ 25,00	Kurang	Dapat digunakan dengan banyak revisi	
10 ≥ skor ≤ 17,50	Sangat kurang	Belum dapat digunakan	

Semarang, 24 November 2016

Penilai,

(Alwiyah Nurhayati, M.Pd.)
NIP. 198112112011012006

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ALWIYAH NURHAYATI
NIP : 198112112011012006
Instansi : FISIKA UIN WALISONGO

Menyatakan bahwa saya telah menilai produk buku fisika untuk keperluan skripsi yang berjudul "*Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam kelas X SMA/MA Materi BESARAN DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN DINAMIKA PARTIKEL*" yang disusun oleh:

Nama : Zulis Tianingrum
NIM : 123611030
Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Instansi : Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang

Harapan saya, penilaian, kritik, dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan dalam memperoleh produk berupa buku fisika yang berkualitas.

Semarang, 24 NOVEMBER 2016

Penilai,



(ALWIYAH N.)
NIP. 198112112011012006

Lampiran 8: Data Penilaian Guru Fisika

Lembar Instrumen Penilaian Guru Fisika Bahan Ajar Berbasis Integrasi Sains dan Islam Kelas X SMA/MA Materi BESARAN DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN DINAMIKA PARTIKEL

Nama : Imam Taufiq Sujanwo
 NIP :
 Instansi : MA Matholiul Huda Pacarwangi
 Tanggal : 19 November 2016

Petunjuk pengisian

- Berilah tanda centang (√) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.
- Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tulislah kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar kritik dan saran yang telah disediakan.

No	Aspek Penilaian	Indikator	Nilai			
			4	3	2	1
1	Kelayakan Isi	1. Kesesuaian dengan SK, KD, Indikator dan Tujuan	✓			
		2. Kesesuaian dengan kemampuan berpikir siswa	✓			
		3. Kebenaran substansi materi pembelajaran		✓		
		4. Apersepsi dapat memicu motivasi siswa untuk membaca materi	✓			
		5. Penggunaan contoh peristiwa islam		✓		
		6. Kesesuaian dengan nilai-nilai keislaman	✓			
		7. Manfaat untuk menambah wawasan	✓			
2	Kebahasaan	8. Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar (EYD)	✓			
		9. Penggunaan bahasa yang efektif dan efisien		✓		
		10. Penggunaan bahasa yang mudah dipahami	✓			
3	Penyajian	11. Gambaran isi bahan ajar dan peta konsep yang mudah dipahami	✓			
		12. Gambar memadai dan sesuai dengan materi	✓			
		13. Kelengkapan informasi	✓			
4	Kegrafisan	14. Kejelasan tulisan dan gambar		✓		
		15. Sampul buku yang menarik	✓			
		16. Kualitas kertas yang digunakan		✓		
		17. Ilustrasi atau gambar	✓			

Lembar Kritik dan Saran Terhadap Buku Fisika Berbasis Sains dan Islam

Secara garis besar bahan ajar berbasis Integrasi Sains dan Islam sudah sangat baik untuk dapat digunakan guru maupun siswa. Hanya ada beberapa saran terkait beberapa topik yang perlu disesuaikan lagi dengan nilai keislaman. Kemudian untuk gambar atau grafik ada yang belum jelas, sehingga diperjelas lagi bisa dengan membuat grafik sendiri. Dan tata letak perlu diperhatikan (spasi, tab ell). Karena ada hubungannya dengan kerapian, begitu juga dengan kualitas printer / hasil cetakan ditingkatkan lagi. Semoga bermanfaat bagi umat.

Mohon Bapak/Ibu memberi tanda centang (√)

Rentang penilaian	Kategori	kelayakan	
55,25 > skor ≤ 68	Sangat baik	Dapat digunakan tanpa revisi	
42,50 > skor ≤ 55,25	Baik	Dapat digunakan dengan sedikit revisi	
29,75 > skor ≤ 42,50	Kurang	Dapat digunakan dengan banyak revisi	
17 ≥ skor ≤ 29,75	Sangat kurang	Belum dapat digunakan	

Pucakwangi, 19 November 2016
Penilai,

(Imam Taufiq S.S.Pd....)
NIP.

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Imam Taufiq Sujarwo.S.Pd.
NIP : -
Instansi : MA Matholiul Huda Pucakwangi.

Menyatakan bahwa saya telah menilai produk buku fisika untuk keperluan skripsi yang berjudul "Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam kelas X SMA/MA Materi BESARAN DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN DINAMIKA PARTIKEL" yang disusun oleh:

Nama : Zulis Tianingrum
NIM : 123611030
Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Instansi : Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang

Harapan saya, penilaian, kritik, dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan dalam memperoleh produk berupa buku fisika yang berkualitas.

Pucakwangi, 19 November 2016

Penilai,



(Imam Taufiq S.S.Pd.)
NIP.

Lembar Instrumen Penilaian Guru Fisika
Bahan Ajar Berbasis Integrasi Sains dan Islam Kelas X SMA/MA Materi BESARAN
DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN
DINAMIKA PARTIKEL

Nama : LESTARI ANDIKA SARI, S.Pd
 NIP :
 Instansi : MA NURUL QUR'AN
 Tanggal :

Petunjuk pengisian

- Berilah tanda centang (✓) pada kolom yang paling sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu.
- Pengisian dilakukan pada tiap-tiap kolom. Jika ada penilaian yang tidak sesuai atau terdapat kekurangan, tuliskan kritik dan saran Bapak/Ibu pada lembar kritik dan saran yang telah disediakan.

No	Aspek Penilaian	Indikator	Nilai			
			4	3	2	1
1	Kelayakan Isi	1. Kesesuaian dengan SK, KD, Indikator dan Tujuan	✓			
		2. Kesesuaian dengan kemampuan berpikir siswa	✓	✓		
		3. Kebenaran substansi materi pembelajaran	✓			
		4. Apersepsi dapat memicu motivasi siswa untuk membaca materi	✓			
		5. Penggunaan contoh peristiwa islam			✓	
		6. Kesesuaian dengan nilai-nilai keislaman			✓	
		7. Manfaat untuk menambah wawasan	✓			
2	Kebahasaan	8. Kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar (EYD)	✓	✓		
		9. Penggunaan bahasa yang efektif dan efisien		✓		
		10. Penggunaan bahasa yang mudah dipahami		✓		
3	Penyajian	11. Gambaran isi bahan ajar dan peta konsep yang mudah dipahami	✓			
		12. Gambar memadai dan sesuai dengan materi	✓			
		13. Kelengkapan informasi	✓			
4	Kegrafisan	14. Kejelasan tulisan dan gambar	✓	✓		
		15. Sampul buku yang menarik	✓			
		16. Kualitas kertas yang digunakan	✓			
		17. Ilustrasi atau gambar	✓			

Lembar Kritik dan Saran Terhadap Buku Fisika Berbasis Sains dan Islam

- Gambar/foto yang diperbesar supaya disesuaikan panjang dan lebarnya sehingga tidak ada yang penceng.
- gambar garis supaya tidak buram di buat dalam insert tool secara manual kemudian di group.

Mohon Bapak/Ibu memberi tanda centang (√)

Rentang penilaian	Kategori	kelayakan	
55,25 > skor ≤ 68	Sangat baik	Dapat digunakan tanpa revisi	
42,50 > skor ≤ 55,25	Baik	Dapat digunakan dengan sedikit revisi	
29,75 > skor ≤ 42,50	Kurang	Dapat digunakan dengan banyak revisi	
17 ≥ skor ≤ 29,75	Sangat kurang	Belum dapat digunakan	

Pucakwangi,

Penilai,

(Lestari Andika Sari, S.Pd.)

NIP.

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : LESTARI ANDHYKA SARI, S.Pd
NIP : -
Instansi : MA NURUL QUR'AN

Menyatakan bahwa saya telah menilai produk buku fisika untuk keperluan skripsi yang berjudul "*Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Integrasi Sains dan Islam kelas X SMA/MA Materi BESARAN DAN PENGUKURANNYA, GERAK LURUS, GERAK MELINGKAR, DAN DINAMIKA PARTIKEL*" yang disusun oleh:

Nama : Zulis Tianingrum
NIM : 123611030
Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Instansi : Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang

Harapan saya, penilaian, kritik, dan saran yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan dalam memperoleh produk berupa buku fisika yang berkualitas.

Pucakwangi,

Penilai,



(Lestari Andhyka Sari, S.Pd)

NIP.

Lampiran 9: Hasil Wawancara

- Saya : Assalamu'alaikum
- Narasumber : Wa'alaikumsalam
- Saya : Nama saya Zulis, Mohon maaf Pak mengganggu waktu Bapak.
- Narasumber : Iya tidak apa-apa. Silahkan duduk. Ada apa?
- Saya : Terimakasih Pak. saya ingin bertanya tentang buku fisika yang digunakan dalam pembelajaran di kelas. Apakah menggunakan buku fisika yang terintegrasi dengan nilai-nilai keislaman atau tidak?
- Narasumber : Pembelajaran hanya menggunakan LKS mb. Buku fisika terintegrasi dengan nilai-nilai keislaman itu yang seperti apa?
- Saya : Buku fisika yang terintegrasi dengan nilai-nilai keislaman itu buku fisika yang di dalamnya terdapat perpaduan antara sains (materi fisika) dengan ayat-ayat Al-Qur'an. Jadi, saya bermaksud ingin membuat buku fisika berbasis sains dan Islam.
- Narasumber : bagus itu mb.
- Saya : iya Pak, itu saja yang ingin saya tanyakan, terimakasih Pak.
- Narasumber : Sama-sama
- Saya : Wassalamu'alaikum
- Narasumber : Wa'alaikumsalam

Lampiran 10
Produk Akhir Buku Fisika



Sumber: www.pengertianilmu.com

Standar Kompetensi

Menerapkan konsep besaran fisika dan pengukurannya.

Kompetensi Dasar

- 1.1 Mengukur besaran fisika (massa, panjang, dan waktu)
- 1.2 Melakukan penjumlahan vektor

Indikator Pembelajaran

1. Menggunakan alat ukur besaran panjang, massa, dan waktu dengan beberapa jenis alat ukur
2. Mengukur besaran panjang, massa, dan waktu dengan mempertimbangkan ketelitian dan ketepatan.
3. Menjumlahkan dua vektor atau lebih secara grafis.
4. Menjumlahkan dua vektor secara analitis.
5. Memiliki pengetahuan dan pemahaman baru tentang hubungan fisika, Al-Qur'an dan nilai-nilai agama.

Tujuan Pembelajaran

1. Mampu menggunakan alat ukur besaran panjang, massa, dan waktu dengan beberapa jenis alat ukur
2. Mampu mengukur besaran panjang, massa, dan waktu dengan mempertimbangkan ketelitian dan ketepatan.
3. Mampu menjumlahkan dua vektor atau lebih secara grafis.
4. Mampu menjumlahkan dua vektor secara analitis.
5. Memiliki pengetahuan dan pemahaman baru tentang hubungan fisika, Al-Qur'an dan nilai-nilai agama.

Peta Konsep



Apersepsi

Pernahkah Anda pergi ke masjid? Masjid merupakan tempat untuk melaksanakan shalat bagi kaum muslimin. Mengapa ketika shalat selalu menghadap kiblat? Kiblat merupakan arah yang wajib dituju oleh kaum muslimin ketika melaksanakan shalat. Penentuan arah kiblat dapat dilakukan dengan perhitungan dan pengukuran. Ilmu fisika juga tidak terlepas dari kegiatan pengukuran. Misalnya mengukur panjang meja. Mengukur adalah membandingkan suatu besaran yang diukur dengan besaran sejenis dan dinyatakan dalam satuan. Allah SWT telah menurunkan segala sesuatu dengan ukuran tertentu sebagaimana firman Allah dalam surat Al-Hijr ayat 21:



Gambar 1.1 Mengukur dengan jengkal
Sumber: smp1belik.files.wordpress.com

وَإِن مِّن شَيْءٍ إِلَّا عِنْدَنَا خَزَائِنُهُ وَمَا نُنزِّلُهُ إِلَّا بِقَدَرٍ مَّعْلُومٍ ﴿٢١﴾

Artinya: “dan tidak ada sesuatu pun melainkan pada sisi Kami-lah khazanahnya, dan Kami tidak menurunkannya melainkan dengan ukuran yang tertentu”. (QS. Al-Hijr : 21)

Pada tafsir Ilmi kata *Biqadarin ma'lum* berarti dengan ukuran tertentu. berasal dari kata kerja, *qadara–yaqdiru–qudratan wa maqdiratan*, yang berarti dapat atau mampu. Sedangkan *qaddara yuqaddiru taqdiran wa qadaran* artinya mengukur atau menentukan. Jadi *biqadarin* artinya dengan ukuran. Sedangkan kata *ma'lum* adalah isim maf'ul dari kata kerja *'alima–ya'lamu–'ilman* yang berarti diketahui atau ditentukan. *kami tidak menurunkan segala sesuatu itu kecuali dengan ukuran tertentu*, berarti Allah telah menurunkan dan menciptakan segala sesuatu secara terukur, tidak kurang dan tidak lebih.

A. BESARAN DAN SATUAN

Fisika merupakan ilmu pengetahuan yang didasarkan pada eksperimen. Berbagai penemuan dan pengembangan diperoleh melalui eksperimen. Eksperimen memerlukan pengukuran dan untuk menjelaskan hasil pengukuran digunakan simbol, yaitu berupa angka-angka. Segala sesuatu yang bisa diukur, serta memiliki nilai besaran (besar) dan satuan disebut **besaran**. Untuk membandingkan suatu hasil pengukuran besaran dengan pengukuran yang lain digunakan **satuan**. Besaran-besaran dalam fisika dikelompokkan menjadi besaran pokok dan besaran turunan.

1. Besaran Pokok

Besaran pokok adalah besaran yang satuannya telah ditentukan terlebih dahulu dan tidak diturunkan dari besaran lainnya. Dalam fisika terdapat tujuh besaran pokok, yaitu panjang, massa, waktu, suhu, jumlah zat, kuat arus listrik, dan intensitas cahaya. Pada awal mulanya besaran-besaran pokok ini tidak memiliki satuan standar yang jelas. Misalkan untuk mengukur besaran panjang, orang bisa mengukur dengan menggunakan jengkal, depa, hasta, dan kaki. Tentu hal itu menyebabkan terjadinya ketidaktepatan hasil pengukuran, sebab hasil pengukuran antara orang yang satu dengan yang lain tidak sama. Oleh karena itu, dibutuhkan penggunaan satuan-satuan standar.

Pada konferensi umum tentang berat dan ukuran (*General Conference on Weights and Measures*) yang diselenggarakan di Paris tahun 1960, ditetapkan suatu sistem satuan MKS (*meter, kilogram, sekon*) sebagai Sistem Internasional (**SI** = *Le Systeme Internasinale d'Unites*). Meter didefinisikan sebagai jarak yang ditempuh cahaya dalam ruang hampa selama waktu $1/299.729.458$ sekon. Sekon didefinisikan berkaitan dengan frekuensi cahaya yaitu sebesar $9.129.631.770$ siklus per sekon. Massa didefinisikan sebagai massa suatu kilogram yang disimpan di Sevres. Setelah konferensi ke-14 pada tahun 1971, besaran pokok ada tujuh, yaitu panjang, massa, waktu, kuat arus listrik, suhu, intensitas cahaya, dan jumlah zat. Secara lengkap, besaran-besaran pokok dalam SI dicantumkan pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Besaran Pokok dan satuannya

No	Besaran Pokok	Satuan	Simbol
1.	Panjang	Meter	M
2.	Massa	Kilogram	Kg
3.	Waktu	Sekon	S
4.	Kuat arus listrik	Ampere	A
5.	Suhu	Kelvin	K
6.	Intensitas cahaya	Candela	Cd
7.	Jumlah zat	Mole	Mol

2. Besaran Turunan

Besaran lain di luar besaran pokok dinamakan besaran turunan. Besaran turunan diartikan sebagai besaran yang satuannya dijabarkan atau diturunkan dari besaran pokok. Contohnya, besaran luas adalah hasil kali dua besaran panjang (luas = panjang x lebar). Satuan panjang dan lebar masing-masing adalah meter. Sehingga besaran luas merupakan besaran turunan dari besaran pokok panjang dan memiliki satuan meter x meter atau meter² (m²). Tabel 1.2 menyajikan beberapa contoh besaran turunan, berikut satuannya dalam SI.

Tabel 1.2 Besaran Turunan dan satuannya

No	Besaran Turunan	Rumus	Satuan
1.	Kecepatan	perpindahan / waktu	m/s
2.	Percepatan	kecepatan / waktu	m/s ²
3.	Gaya	massa x percepatan	kg m/s ²
4.	Tekanan	gaya / luas	kg/(m s ²)
5.	Usaha	gaya x perpindahan	kg m ² /s ²

B. DIMENSI

Salah satu cara untuk mempermudah mengenal besaran fisika adalah dari dimensinya. **Dimensi** suatu besaran merupakan bagaimana besaran tersebut tersusun dari besaran-besaran pokok. Konsep dimensi ruang dan waktu dapat ditelaah melalui firman Allah:

سُبْحَانَ الَّذِي أَسْرَى بِعَبْدِهِ لَيْلًا مِّنَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ إِلَى الْمَسْجِدِ الْأَقْصَا الَّذِي
 بَرَكْنَا حَوْلَهُ لِنُرِيَهُ مِنْ آيَاتِنَا إِنَّهُ هُوَ السَّمِيعُ الْبَصِيرُ ﴿١﴾

Artinya: “Maha suci Allah, yang telah memperjalankan hamba-Nya pada suatu malam dari Al Masjidil Haram ke Al Masjidil Aqsha yang telah Kami berkahi sekelilingnya agar Kami perlihatkan kepadanya sebagian dari tanda-tanda (kebesaran) kami. Sesungguhnya Dia adalah Maha mendengar lagi Maha mengetahui”. (QS. Al-Israa’: 1).

Asra’, adalah memperjalankan, memindahkan sesuatu atau seseorang dari satu tempat ke tempat lain. Tempat menyatakan satu titik dalam ruang sehingga *asra’* terkait dengan ruang beserta seluruh atributnya. *‘Abdi* merujuk pada hamba pilihan-Nya, Rasulullah Muhammad SAW secara keseluruhan jiwa dan raga, ruhani dan jasmani. *Lailá* adalah malam, penggalan waktu dalam sehari. *Lailá* mewakili waktu. Tiga kata kunci (*Asra’*, *‘abdi* dan *lailá*) dalam ayat di atas merepresentasikan dimensi ruang dan waktu.

Setiap besaran pokok memiliki rumus dimensi tersendiri. Hal itu sesuai sifat besaran pokok yang bebas satu dengan yang lain, tidak saling bergantung secara dimensi maupun besarnya. Faktor angka, misalnya $\frac{1}{2}$ dan π , tidak mempunyai dimensi. Tabel 1.3 menunjukkan dimensi besaran-besaran pokok.

Tabel 1.3 Dimensi Besaran Pokok

No	Besaran Pokok	Satuan	Dimensi
1.	Panjang	m	[L]
2.	Massa	kg	[M]
3.	Waktu	s	[T]
4.	Kuat arus listrik	A	[I]
5.	Suhu	K	[θ]
6.	Intensitas cahaya	cd	[J]
7.	Jumlah zat	mol	[N]

Dimensi besaran turunan dapat disusun dari dimensi besaran-besaran pokok. Sebagai contoh dimensi kecepatan merupakan hasil bagi dimensi perpindahan dengan dimensi waktu sehingga dapat dituliskan bahwa dimensi kecepatan adalah:

$$\text{kecepatan} = \frac{\text{perpindahan}}{\text{waktu}} = \frac{[L]}{[T]} = [L][T]^{-1}$$

Contoh soal 1.1

1. Pak Hadi pergi ke pasar Kuniran dan membeli beras untuk membayar zakat. Untuk sampai pasar Kuniran, Pak Hadi mengendarai sepeda motor Ninja dengan kecepatan 26 m/s dalam waktu 16 sekon. Beras yang dibeli pak hadi adalah 3,5 liter. Alat yang digunakan untuk mengukur beras berupa kaleng yang berbentuk tabung. Maka carilah:
 - a. dimensi volume tabung
 - b. dimensi percepatan

Penyelesaian:

a. volume = panjang x lebar x tinggi

$$[V] = [L] [L] [L] = [L]^3$$

b. percepatan = $\frac{\text{kecepatan}}{\text{waktu}} = \frac{[L][T]^{-1}}{[T]} = [L][T]^{-2}$

Manfaat atau kegunaan dimensi diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Mengungkapkan kesetaraan dan kesamaan dua besaran.

Misalnya energi dan usaha.

$$\begin{aligned} \text{Dimensi energi kinetik} &= \frac{1}{2} m v^2 \\ &= \text{massa} \times (\text{kecepatan})^2 \\ &= \text{kg} \times \text{m}^2 \text{s}^{-2} \\ &= [M][L]^2[T]^{-2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Dimensi Usaha} &= F s \\
&= \text{gaya} \times \text{perpindahan} \\
&= \text{kg} \times \text{ms}^{-2} \times \text{m} \\
&= [\text{M}][\text{L}]^2[\text{T}]^{-2}
\end{aligned}$$

Dari analisis dimensional tersebut, dapat diketahui bahwa energi dan usaha mempunyai dimensi yang sama atau dapat dikatakan bahwa besaran energi sama dengan besaran usaha.

2. Meneliti benar atau salah suatu rumus atau persamaan yang menyatakan suatu hubungan besaran fisika.

Misalnya pada rumus $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

Di ruas kiri, dimensi $s = \text{besaran panjang} = [\text{L}]$

Dimensi di ruas kanan:

$$\begin{aligned}
\text{❖ } v_0 t &= \text{kecepatan} \times \text{waktu} \\
&= \text{ms}^{-1} \times \text{s} \\
&= \text{m} \\
&= [\text{L}] \\
\text{❖ } \frac{1}{2} a t^2 &= \text{percepatan} \times (\text{waktu})^2 \\
&= \text{ms}^{-2} \times \text{s}^2 \\
&= \text{m} \\
&= [\text{L}]
\end{aligned}$$

Dua besaran atau lebih yang mempunyai dimensi sama dapat dijumlahkan atau dikurangkan dengan menghasilkan dimensi yang sama pula. Dari analisis dimensional dapat diketahui bahwa dimensi besaran di ruas kiri dan kanan sama, yaitu $[\text{L}]$. Jadi, rumus tersebut sudah benar.

3. Menentukan satuan dari besaran turunan berdasarkan analisis dimensional.

Misalnya satuan dari besaran tekanan.

$$\begin{aligned}
\text{Tekanan} &= \frac{F}{A} \\
&= \frac{\text{gaya}}{\text{luas}} \\
&= \frac{[\text{M}][\text{L}][\text{T}]^{-2}}{[\text{L}]^2} \\
&= [\text{M}][\text{L}]^{-1}[\text{T}]^{-2}
\end{aligned}$$

Satuan dari $[\text{M}][\text{L}]^{-1}[\text{T}]^{-2}$ adalah $\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$. Jadi, satuan dari tekanan adalah $\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$.

4. Untuk penurunan rumus suatu besaran fisika.

Misalnya pada besaran gaya. Dimensi gaya (F) adalah $[M][L][T]^{-2}$. Dimensi tersebut dapat diubah kedalam rumus besaran fisika sebagai berikut.

$$\begin{aligned} F &= [M][L][T]^{-2} \\ &= \text{besaran massa} \times \text{besaran panjang} \times \text{besaran (waktu)}^{-2} \\ &= \text{besaran massa} \times \text{besaran} \frac{\text{panjang}}{(\text{waktu})^{-2}} \\ &= \text{besaran massa} \times \text{besaran percepatan} \\ &= m \times a \end{aligned}$$

Jadi, kita memperoleh rumus $F = m \times a$

Contoh soal 1.2

Periksalah kebenaran rumus-rumus berikut secara dimensi.

$$(a) \ x = \frac{v^2}{2a} \quad (b) \ x = \frac{1}{2} at$$

Simbol x adalah jarak (m), v adalah kelajuan (m/s), dan t adalah waktu (s) serta a adalah percepatan (m/s^2)

Penyelesaian :

dimensi x , $[x] = [L]$

dimensi v , $[v] = [L][T]^{-1}$

dimensi t , $[t] = [T]$

dimensi a , $[a] = [L][T]^{-2}$

$$(a) \ \text{dimensi} \frac{v^2}{2a}, \left[\frac{v^2}{2a} \right] = \left[\frac{v^2}{a} \right] = \frac{[L][T]^{-1}]^2}{[L][T]^{-2}} = [L]$$

karena dimensi $x = \text{dimensi} \frac{v^2}{2a}$, maka secara dimensi rumus $x = \frac{v^2}{2a}$ adalah benar.

$$(b) \ \text{dimensi} \frac{1}{2} at, \left[\frac{1}{2} at \right] = [a][t] = [L][T]^{-2} [T] = [L][T]^{-1}$$

karena dimensi $x \neq \text{dimensi} \frac{1}{2} at$, maka secara dimensi rumus $x = \frac{1}{2} at$ adalah salah.

C. PENGUKURAN

Pada masa Nabi SAW sudah dikenal istilah pengukuran diantaranya adalah *sha'*, *wasaq*, *farsakh*, dan *burud*. *Sha'* dan *wasaq* digunakan untuk mengukur massa suatu benda sedangkan *farsakh*, dan *burud* untuk mengukur jarak tempuh.

1 *sha'* = 4 *mud* = 2,5 kg

1 *wasaq* = 60 *sha'*.

1 *farsakh* = 4 mil

4 *burud* = 16 *farsakh* = 88,704 km

Dalam pembelajaran fisika, banyak sekali kegiatan pengukuran yang kita lakukan, misalnya mengukur besaran panjang, massa, dan waktu. Apa yang sebenarnya kita lakukan saat melaksanakan pengukuran? Saat melaksanakan pengukuran, sebenarnya kita membandingkan sesuatu yang kita ukur dengan alat yang kita gunakan sebagai acuan atau patokan (standar).

Untuk mengukur suatu besaran, baik besaran panjang, massa, waktu maupun besaran-besaran lain digunakan berbagai jenis alat. Jenis alat yang digunakan bergantung pada:

- 1) Ketelitian
- 2) Ukuran benda yang diukur
- 3) Bentuk benda yang diukur
- 4) Wujud benda yang diukur.

Jenis-jenis alat yang digunakan dalam pengukuran diantaranya adalah:

1. Alat Ukur Panjang

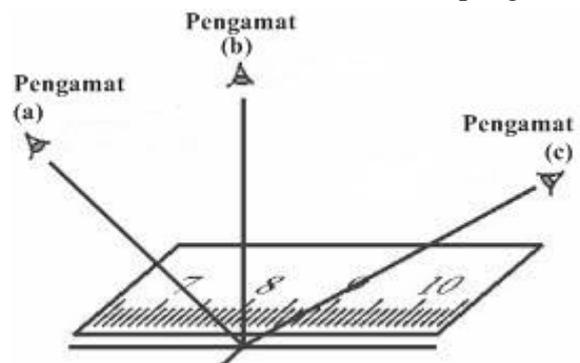
Untuk mengukur besaran panjang, kita dapat menggunakan mistar, jangka sorong, atau mikrometer sekrup.

a) Mistar

kebanyakan mistar memiliki skala sampai dengan cm atau mm. Dengan menggunakan mistar, pengukuran panjang dapat dilakukan dengan ketelitian sampai dengan setengah skala terkecil. Skala terkecil mistar adalah 1 mm atau 0,1 cm. Dalam mengukur menggunakan mistar, usahakan kedudukan pengamat (mata) tegak lurus dengan skala pada mistar dan benda yang diukur. Hal ini untuk menghindari kesalahan penglihatan (*paralaks*). Kesalahan paralaks yaitu kesalahan yang terjadi saat membaca skala suatu alat ukur karena kedudukan mata pengamat tidak tepat. Perhatikan Gambar 1.2!

keterangan:

- (a) Hasil pembacaan = 8,3 cm (salah)
- (b) Hasil pembacaan = 8,2 cm (benar)
- (c) Hasil pembacaan = 8,1 cm (salah)



Gambar 1.2 Paralaks pada mistar
Sumber: <http://fismy.blogspot.com>

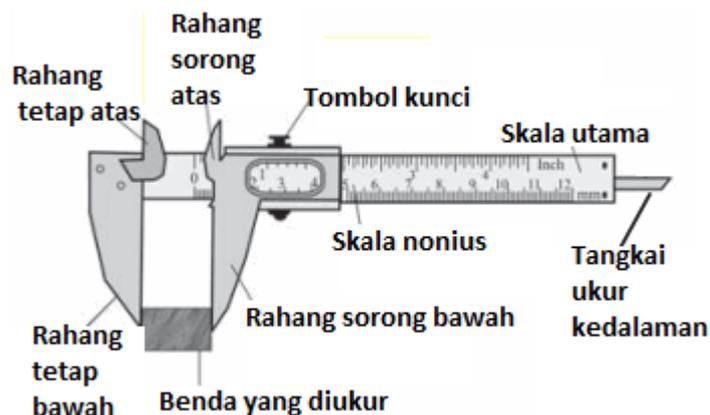
Berdasarkan Gambar 1.2 pembacaan skala yang benar dilakukan oleh pengamat (b) karena kedudukan mata (pengamat) tegak lurus dengan skala pada mistar.

b) Jangka Sorong

Untuk mengukur besaran panjang dengan ketelitian sampai dengan 0,1 mm atau 0,01 cm, digunakan jangka sorong. Jangka sorong pertama kali ditemukan oleh Pierre Vernier seorang ahli teknik berkebangsaan Prancis. Jangka sorong dapat digunakan untuk mengukur garis tengah bagian luar pipa, garis tengah bagian dalam, dan kedalaman suatu lubang. Jangka sorong memiliki dua bagian utama, diantaranya:

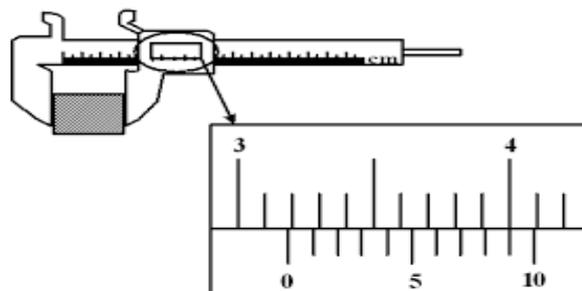
- 1) Rahang tetap, yaitu bagian yang tetap dan berskala panjang (skala utama)
- 2) Rahang geser/sorong, yaitu bagian yang dapat digeser-geser dan berskala pendek (skala nonius).

Skala utama pada jangka sorong memiliki skala dalam cm dan mm. Sedangkan skala nonius pada jangka sorong memiliki panjang 9 mm dan dibagi dalam 10 skala, sehingga beda satu skala nonius dengan satu skala pada skala utama adalah 0,1 mm atau 0,01 cm. Jadi skala terkecil pada jangka sorong adalah 0,1 mm atau 0,01 cm. Untuk lebih memahami tentang jangka sorong, perhatikan Gambar 1.3!



Gambar 1.3 Jangka sorong dan bagian-bagiannya
Sumber: kirchhoffxmia4.weebly.com

Pembacaan hasil pengukuran pada jangka sorong dilakukan dengan mengamati posisi angka nol pada skala nonius dan posisi garis skala nonius yang berhimpit dengan garis pada skala utama. Perhatikan Gambar 1.4 berikut!



Gambar 1.4 Pembacaan hasil pengukuran pada jangka sorong
Sumber: <http://fisikastudycenter.com>

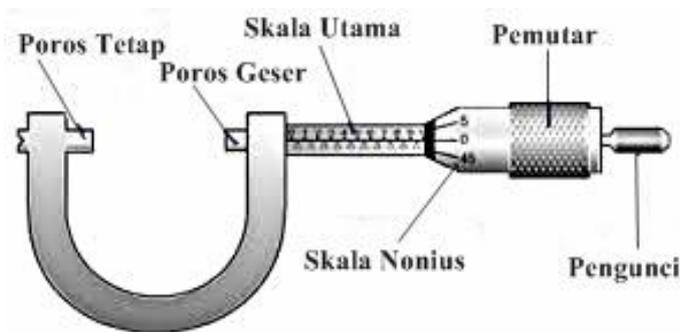
Pada Gambar 1.4, garis pada nonius berimpit dengan garis skala 9, sedang skala utama menunjukkan 3,1 cm, sehingga hasil pembacaannya:

$$= 3,1 \text{ cm} + (9 \times 0,01) \text{ cm}$$

$$= 3,19 \text{ cm}$$

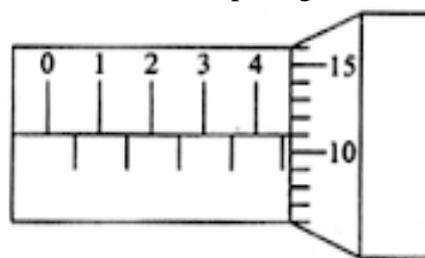
c) Mikrometer Sekrup

Untuk mengukur diameter pipa kecil, ketebalan pelat tipis, kertas, atau pisau silet dapat digunakan mikrometer sekrup. Mikrometer sekrup terdiri atas dua bagian, yaitu poros tetap dan poros ulir. Skala panjang yang terdapat pada poros tetap merupakan skala utama, sedangkan skala panjang yang terdapat pada poros ulir merupakan skala nonius. Perhatikan gambar berikut!



Gambar 1.5 Bagian-bagian mikrometer sekrup
Sumber: mahsayat32.blogspot.com

Skala utama mikrometer sekrup mempunyai skala dalam mm, sedangkan skala noniusnya terbagi dalam 50 bagian. Satu bagian pada skala nonius mempunyai nilai $1/50 \times 0,5 \text{ mm}$ atau $0,01 \text{ mm}$. Jadi, mikrometer sekrup mempunyai tingkat ketelitian $0,01 \text{ mm}$. Misalkan kedudukan skala utama dan skala nonius seperti gambar di bawah ini.



Gambar 1.6 kedudukan skala utama dan skala nonius
Sumber: untukku-saja.blogspot.com

Berdasarkan Gambar 1.6, hasil pembacaan micrometer sekrup adalah sebagai berikut:

Skala utama menunjukkan angka 4,5 dan skala nonius yang segaris dengan skala utama menunjukkan angka 11, sehingga hasil pembacaannya:

$$= 4,5 \text{ mm} + (11 \times 0,01) \text{ mm}$$

$$= 4,61 \text{ mm}$$

Kegiatan 1.1

Tujuan: membandingkan pengukuran panjang beberapa alat ukur

Alat/Bahan:

1. Buku
2. Mistar
3. Jangka sorong
4. Mikrometer sekrup

Langkah kerja:

- 1) Perhatikan ketelitian masing-masing alat ukur, mistar, jangka sorong, dan mikrometer sekrup!
- 2) Ukurlah tebal buku dengan ketiga alat ukur tersebut!
- 3) Catatlah hasil pengukuran Anda pada tabel berikut ini!

No	Alat Ukur	Hasil Pengukuran
1.	Mistar	
2.	Jangka sorong	
3.	Mikrometer sekrup	

- 4) Bandingkanlah hasil pengukuran Anda. Manakah alat ukur yang lebih teliti? Buatlah kesimpulan!

2. Alat Ukur Massa

Massa benda merupakan banyaknya zat yang terdapat dalam suatu benda. Massa tiap benda selalu sama dimanapun benda tersebut berada. Di dunia islam pengukuran massa menjadi perhatian penting oleh umat islam, karena di dalam Al-Qur'an sudah diterangkan dengan jelas tentang larangan melakukan kecurangan dalam takaran dan timbangan dalam surat Al-A'raf ayat 85 sebagai berikut:

وَالِى مَدْيَنَ أَخَاهُمْ شُعَيْبًا ۗ قَالَ يَنْقَوْمِ اَعْبُدُوا اللّٰهَ مَا لَكُمْ مِّنْ اِلٰهٍ غَيْرُهُ ۗ قَدْ جَاءَتْكُمْ بَيِّنَةٌ مِّنْ رَّبِّكُمْ ۗ فَاَوْفُوا الْكَيْلَ وَالْمِيزَانَ ۗ وَلَا تَبْخَسُوا النَّاسَ اَشْيَاءَهُمْ وَلَا تَفْسِدُوا فِى الْاَرْضِ بَعْدَ اِصْلٰحِهَا ۗ ذٰلِكُمْ خَيْرٌ لَّكُمْ اِنْ كُنْتُمْ مُّؤْمِنِيْنَ ﴿٨٥﴾

Artinya:

“Dan (kami telah mengutus) kepada penduduk Mad-yan saudara mereka, Syu'aib. ia berkata: "Hai kaumku, sembahlah Allah, sekali-kali tidak ada Tuhan bagimu selain-Nya.

Sesungguhnya telah datang kepadamu bukti yang nyata dari Tuhanmu. Maka sempurnakanlah takaran dan timbangan dan janganlah kamu kurangkan bagi manusia barang-barang takaran dan timbangannya, dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi sesudah Tuhan memperbaikinya. yang demikian itu lebih baik bagimu jika betul-betul kamu orang-orang yang beriman". (QS. Al-A'raaf: 85).

Pada tafsir Al-Mishbah kata *tabkhasu* (*kamu kurangi*) terambil dari kata *bakhs* yang berarti kekurangan akibat kecurangan. Nabi Syu'aib membawa perintah dari Allah SWT untuk disampaikan kepada kaumnya (kaum Madyan) agar menyembah Allah semata, berlaku jujur dan adil ketika melakukan timbangan dalam jual beli sehingga tidak merugikan orang lain.

Alat untuk mengukur massa adalah neraca. Jenis-jenis neraca cukup banyak, salah satu jenis neraca adalah neraca ohaus seperti tampak pada Gambar 1.7. neraca ini mempunyai bagian penting, antara lain tempat beban, skala yang disertai beban geser, sistem pengatur khusus dan penunjuk. Batas maksimum pengukuran adalah 311 gram dengan ketelitian 0,01 gram.



1.7 Neraca Ohaus

Sumber:<http://id.wikipedia.com>

Langkah-langkah pengukuran massa dengan neraca ohaus adalah sebagai berikut:

- Atur sistem pengatur khusus sehingga saat belum ada beban dan semua beban geser skala pada posisi nol, neraca berada dalam keadaan seimbang (penunjuk segaris dengan angka nol acuan)!
- Letakan benda atau zat yang akan diukur pada tempat beban!
- Geser ketiga penunjuk diurutkan dari penunjuk yang terdapat pada ratusan, puluhan, dan satuan sehingga tercapai keadaan seimbang!
- Baca massa beban dengan menjumlahkan nilai yang ditunjukkan oleh penunjuk ratusan, puluhan, dan satuan!

3. Alat Ukur Waktu

Selang antara dua buah kejadian disebut sebagai waktu. Alat pengukur waktu yang sering digunakan adalah *arloji* dan *stopwatch*. Sebelum arloji ditemukan, orang-orang zaman dahulu menggunakan petuntuk matahari (jam matahari) untuk mengetahui waktu.



Gambar 1.8 jam matahari
Sumber:<http://lifeblogid.com>

Cara kerja jam matahari yaitu dengan memanfaatkan cahaya matahari untuk memperoleh bayangan-bayangan pada papan. Angka yang ditunjukkan oleh bayang-bayang menyatakan waktu yang terjadi saat itu. Kelemahan jam matahari adalah tidak dapat digunakan saat suasana mendung. Islam adalah agama yang mengajarkan pentingnya menghormati waktu secara optimal, yang dijelaskan dalam Al-Qur'an surat Al-'Ashr ayat 1-3 :

وَالْعَصْرِ ﴿١﴾ إِنَّ الْإِنْسَانَ لِرَبِّهِ لَكَنُفٍ ﴿٢﴾ إِلَّا الَّذِينَ ءَامَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ وَتَوَّصُوا بِالْحَقِّ وَتَوَّصُوا بِالصَّبْرِ ﴿٣﴾

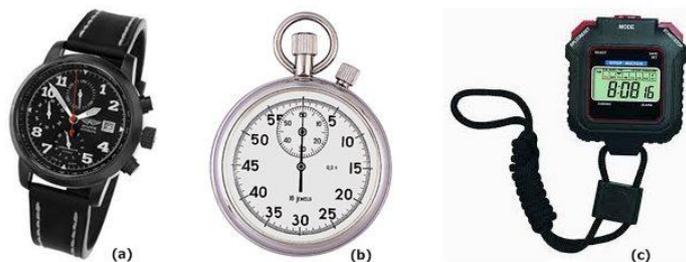
Artinya:

“Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar dalam kerugian, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal saleh dan nasehat menasehati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menepati kesabaran.” (QS. Al-'Ashr: 1-3).

Pada tafsir Al-Mishbah kata *al-'ashr* berasal dari kata *'ashara*, yang berarti menekan sesuatu sehingga apa yang terdapat pada bagian terdalam tampak ke permukaan atau keluar. Angin yang tekanannya sedemikian keras sehingga memporakporandakan segala sesuatu disebut *i'shar*/waktu. Tatkala perjalanan matahari telah melampaui pertengahan dan akan terbenam disebut *'ashar*/asar. Awan yang mengandung butir-butir air kemudian berhimpun sehingga karena beratnya ia akan mencurahkan hujan disebut *al-mu'shirat*. Para ulama sepakat mengartikan kata *'ashr* dengan waktu. Sebuah syair Arab bahkan mengibaratkan waktu seperti pedang. “*Al-Waqt ka al-saif. Fa in lam taqtha'hu qath'aka.*” Waktu laksana pedang. Jika kamu tidak memanfaatkannya, ia akan menebasmu. Pentingnya memanfaatkan waktu telah memotivasi para ilmuwan muslim untuk menciptakan alat pengukur waktu, yakni jam. Selain karena tuntutan hidup, pembuatan jam di dunia islam juga didorong kebutuhan keagamaan.

Pada abad ke-16 setelah Galileo Galilei menemukan asas ayunan sederhana, ditemukan lonceng yang bekerja berdasarkan ayunan, yang disebut *lonceng bandul*.

Dalam kehidupan sehari-hari, kita mengenal berbagai macam arloji. Kebanyakan arloji mempunyai batas ketelitian sampai dengan 1 detik, sedangkan *stopwatch* mempunyai batas ketelitian sampai dengan 0,1 detik. Saat ini telah dibuat *stopwatch* yang dapat mengukur waktu dengan batas ketelitian 0,001 detik.



Gambar 1.9 (a) Arloji (b) Stopwatch mekanik (c) Stopwatch digital

Sumber: <http://allessonhere.wordpress.com>

MATAHARI PENUNJUK WAKTU SHALAT

Orang-orang sejak zaman dahulu kala menjadikan malam dan siang sebagai ukuran waktu, karena jam belum dikenal pada saat itu. hanya tanda-tanda di alam yang dijadikan sebagai penanda waktu. Malam dan siang jelas bedanya, gelap dan terang. Jadi, bisa dijadikan ukuran.

Dalam hadits pun Nabi SAW memberikan petunjuk tentang waktu shalat dengan memberikan tanda-tanda dari alam. Waktu shalat subuh itu dimulai dari munculnya cahaya di ufuk timur, dan berakhir pada waktu matahari terbit. Waktu shalat dhuhur dimulai ketika matahari lingsir, yaitu mulai condong ke barat. Bila panjang bayangan suatu benda, misalnya tongkat, yang ditegakkan di tanah sama dengan panjang tongkatnya itu, maka berarti telah masuk waktu shalat ashar. Waktu shalat maghrib bila matahari telah terbenam. Bila cahaya merah di ufuk barat mulai hilang, itulah tandanya awal waktu shalat isya'. Semua tanda-tanda penunjuk waktu shalat itu sebenarnya berdasarkan posisi matahari di langit.

Pada waktu orang mulai mengenal jam sebagai penanda waktu, maka ditentukan bahwa satu hari 24 jam. Satu jam sam dengan 60 menit. Sedangkan satu menit adalah 60 detik. Kini, jam sudah begitu populer, penentuan waktu tidak lagi dengan cara melihat posisi matahari, tetapi cukup melihat arloji. Bahkan dengan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin maju, saat-saat matahari terbit dan terbenam bisa juga dihitung dengan menggunakan komputer, termasuk jadwal shalat. Allah berfirman:

وَالشَّمْسِ وَضُحَاهَا ﴿١﴾ وَالْقَمَرِ إِذَا تَلَدَّهَا ﴿٢﴾ وَالنَّهَارِ إِذَا جَلَدَّهَا ﴿٣﴾ وَاللَّيْلِ إِذَا يَغْشَاهَا ﴿٤﴾
وَالسَّمَاءِ وَمَا بَنَدَهَا ﴿٥﴾ وَالْأَرْضِ وَمَا طَحَنَهَا ﴿٦﴾ وَنَفْسٍ وَمَا سَوَّاهَا ﴿٧﴾ فَأَلْهَمَهَا
جُورَهَا وَتَقْوَاهَا ﴿٨﴾ قَدْ أَفْلَحَ مَنْ زَكَّاهَا ﴿٩﴾ وَقَدْ خَابَ مَنْ دَسَّاهَا ﴿١٠﴾

Artinya:

Demi matahari dan cahayanya di pagi hari, dan bulan apabila mengiringinya, dan siang apabila menampakkannya, dan malam apabila menutupinya (gelap gulita), dan langit serta pembinaannya, dan bumi serta penghamparannya, dan jiwa serta penyempurnaannya (ciptaannya), Maka Allah mengilhamkan kepada jiwa itu (jalan) kefasikan dan ketakwaannya. Sesungguhnya beruntunglah orang yang mensucikan jiwa itu, dan Sesungguhnya merugilah orang yang mengotorinya. (QS. Asy-Syam: 1-10)

D. KETIDAKPASTIAN PENGUKURAN

Allah SWT menciptakan manusia dengan memiliki sifat dasar banyak lupa dan banyak melakukan kesalahan, sehingga sebagai manusia kita harus introspeksi diri dan selalu melakukan perbaikan. Salah satu contoh kesalahan yang kita lakukan adalah ketika kita melakukan pengukuran menggunakan alat, tidaklah mungkin akan mendapatkan nilai yang pasti benar, melainkan selalu ada ketidakpastian. Ketidakpastian disebabkan adanya **kesalahan**. kesalahan itu terjadi karena beberapa faktor, yaitu kesalahan umum, sistematis, dan acak.

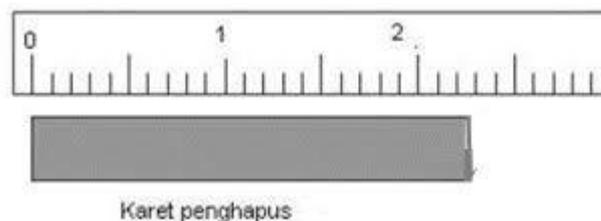
Kesalahan umum disebabkan oleh pengamat itu sendiri saat melakukan pengukuran. Misalnya kesalahan saat membaca skala kecil, kurang terampil saat memakai atau menyusun alat, dan lain-lain. **Kesalahan sistematis** disebabkan oleh kondisi atau keadaan alat ukur. Misalnya kesalahan kalibrasi, kesalahan titik nol alat, kesalahan komponen alat. **Kesalahan acak** disebabkan adanya fluktuasi-fluktuasi halus pada saat melakukan pengukuran. kesalahan ini dapat diakibatkan karena adanya gerak brown molekul udara, fluktuasi tegangan listrik, landasan bergetar, bising, dan radiasi.

Adanya banyak faktor yang menyebabkan kemungkinan terjadinya kesalahan dalam suatu pengukuran, menjadikan kita tidak mungkin mendapatkan hasil pengukuran yang benar. Oleh karena itu kita harus menuliskan ketidakpastiannya setiap kali melaporkan hasil dari suatu pengukuran. Untuk menyatakan hasil ketidakpastian suatu pengukuran dapat di tuliskan dengan $x = (x_0 \pm \Delta x)$, dengan x merupakan nilai pendekatan terhadap nilai benar, x_0 merupakan nilai hasil pengukuran, dan Δx merupakan ketidakpastiannya.

Dalam melakukan pengukuran dapat dilakukan sekali (tunggal) dan berulang-ulang.

1. Ketidakpastian pada Pengukuran Tunggal

Pengukuran tunggal merupakan pengukuran yang hanya dilakukan sekali saja. Pada pengukuran tunggal, hasil pengukuran dijadikan sebagai nilai pengganti benar. Ketidakpastiannya diperoleh dari setengah nilai skala terkecil instrumen yang digunakan. Seperti, ketika Anda mengukur panjang sebuah benda dengan menggunakan mistar. Perhatikan Gambar 1.10!



Gambar 1.10 Panjang karet penghapus yang diukur dengan menggunakan mistar

Sumber: <http://fismy.blogspot.com>

Pada Gambar 1.10 Panjang karet penghapus adalah 2,2 cm lebih sedikit. Kita telah ketahui bahwa ketidak pastian pengukuran tunggal adalah setengah skala terkecil alat. Skala terkecil mistar adal 0,1 cm. Jadi ketidakpastian pengukuran tersebut adalah:

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times 0,1 \text{ cm} = 0,05 \text{ cm}$$

Sehingga pengukuran karet penghapus dapat dilaporkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Panjang karet penghapus } (x) &= x_0 \pm \Delta x \\ &= (2,2 \pm 0,05) \text{ cm} \end{aligned}$$

2. Ketidakpastian pada Pengukuran Berulang

Pengukuran berulang merupakan pengukuran yang dilakukan secara berulang tidak cukup hanya sekali saja. Pada pengukuran berulang, untuk mendapatkan nilai benar adalah nilai rata-rata dari data yang diperoleh. Dan nilai ketidakpastiannya dengan menghitung simpangan baku . Secara matematis sebagai berikut.

$$x_0 = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N}{N} = \frac{\sum x_i}{N}$$

$$\Delta x = \frac{1}{N} \sqrt{\frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N-1}}$$

Keterangan:

- x_0 = hasil pengukuran yang mendekati benar
- Δx = ketidakpastian pengukuran
- N = banyaknya pengukuran yang dilakukan.

Contoh soal 1.3

Suatu pengukuran berulang panjang sebuah benda diperoleh data sebagai berikut: 2,0 cm, 2,1 cm, 1,9 cm, 1,8 cm, 2,1 cm, dan 2,0 cm. Laporkan hasil pengukuran tersebut!

Jawab :

Percobaan ke-	x_i (cm)	x_i^2 (cm)
1.	2,0	4,00
2.	2,1	4,41
3.	1,9	3,61
4.	1,8	3,24
5.	2,1	4,41
6.	2,0	4,00
$\sum N = 6$	$\sum x_i = 11,9$	$\sum x_i^2 = 23,67$

Berdasarkan tabel, Anda peroleh $\sum N = 6$; $\sum x_i = 11,9$; dan $\sum x_i^2 = 23,67$
Selanjutnya anda dapat menentukan nilai yang mendekati kebenaran dan ketidakpastiannya.

$$x_0 = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{11,9}{6} = 1,98 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \Delta x &= \frac{1}{N} \sqrt{\frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N-1}} \\ &= \frac{1}{6} \sqrt{\frac{6(23,67) - (11,9)^2}{6-1}} \\ &= \frac{1}{6} \sqrt{\frac{142,02 - 141,61}{5}} \\ &= \frac{1}{6} \sqrt{\frac{0,41}{5}} \\ &= 0,15 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi, hasil pengukuran yang dilaporkan adalah:

$$\begin{aligned} x &= x_0 \pm \Delta x \\ &= (1,98 \pm 0,15) \text{ cm} \end{aligned}$$

E. ANGKA PENTING

Ketika mengukur panjang suatu benda dengan alat ukur yang berbeda, hasil pengukurannya juga berbeda. Misalnya mengukur tebal buku dengan mistar diperoleh 1,5 cm, sedangkan dengan menggunakan jangka sorong diperoleh 1,54. Tentu saja pengukuran menggunakan jangka sorong lebih teliti jika dibandingkan dengan mistar.

Pada hasil pengukuran dengan mistar diperoleh 1,5. Angka 5 dibelakang koma merupakan angka taksiran (angka yang diragukan) karena angka ini diperoleh dengan menaksir angka 7 dan 8. Angka 1 merupakan angka eksak (pasti). Ketika menggunakan jangka sorong diperoleh 1,54. Angka 4 merupakan angka taksiran, sedangkan angka 1 dan 5 adalah angka eksak. Angka taksiran dan angka eksak merupakan anggota angka penting dalam pengukuran. **Angka penting** adalah angka yang diperoleh dari hasil pengukuran.

1. Aturan Penulisan Angka Penting

Aturan penulisan angka penting adalah sebagai berikut:

a. Semua angka bukan nol adalah angka penting.

Contoh : 123,4 memiliki 4 angka penting
5,6 memiliki 2 angka penting

b. Angka nol yang terletak diantara angka-angka bukan nol adalah angka penting.

Contoh : 200,2 memiliki 4 angka penting
3,00001 memiliki 6 angka penting

c. Angka nol yang terletak disebelah kanan angka bukan nol termasuk angka penting kecuali ada penjelasan lain.

Contoh : 600000 bisa mempunyai 1, 2, 3, 4, 5, 6 angka penting tergantung pada waktu penjelasan dari pengukur.

Agar tidak terjadi kebingungan maka baiknya penulisan angka 600000 di atas bisa dituliskan dalam bentuk yang spesifik seperti 6×10^5 (1 angka penting), $6,0 \times 10^5$ (2 angka penting), $6,00 \times 10^5$ (3 angka penting), $6,000 \times 10^5$ (4 angka penting), $6,0000 \times 10^5$ (5 angka penting), $6,00000 \times 10^5$ (6 angka penting).

d. Angka nol disebelah kiri angka bukan nol bukan angka penting.

Contoh : 0,0000002 memiliki 1 angka penting
0,0000300 memiliki 3 angka penting

e. Angka nol yang terletak dibelakang koma adalah angka penting.

Contoh : 5,0 memiliki 2 angka penting
7,00 memiliki 3 angka penting

2. Pembulatan Angka Penting

Angka penting dapat dibulatkan sampai memuat sejumlah angka penting yang diinginkan dengan cara menghilangkan satu atau lebih angka di belakangnya.

a. Jika angka dibelakangnya lebih besar dari pada 5, maka angka penting itu harus dinaikkan 1.

Contoh: 13,47 dibulatkan menjadi 13,5

b. Jika angka dibelakangnya kurang dari 5, maka angka penting itu dipertahankan dan tidak berubah.

Contoh: 15,34 dibulatkan menjadi 15,3

c. Jika angka dibelakangnya tepat 5, maka:

1) Untuk angka penting ganjil, angka penting tersebut dinaikkan.

Contoh: 17,75 dibulatkan menjadi 17,8

2) Untuk angka penting genap, angka penting tersebut tetap.

Contoh: 25,65 dibulatkan menjadi 25,6

3. Operasi Angka Penting

Untuk melakukan operasi angka penting, perhatikan langkah-langkah berikut.

- a. Penjumlahan dan pengurangan dua angka penting atau lebih akan menghasilkan angka penting yang hanya memiliki satu angka taksiran.

$$\text{Contoh} \quad : \quad 3,251\underline{4} + 0,21\underline{5} = 3,4664 \longrightarrow 3,466$$

$$3,251\underline{5} - 0,21\underline{5} = 3,0365 \longrightarrow 3,036$$

- b. Hasil perkalian atau pembagian mempunyai angka penting yang sama dengan banyaknya angka penting yang paling sedikit.

$$\text{Contoh} \quad : \quad 3,14 \times 2 = 6,28 \longrightarrow 6$$

$$53,2 : 1,2 = 44,33333 \longrightarrow 44$$

- c. Hasil pengukuran yang dipangkatkan adalah bilangan yang mempunyai angka penting sebanyak angka penting bilangan yang dipangkatkan.

$$\begin{aligned} \text{Contoh} \quad : \quad & (1,1)^2 \\ & = 1,21 \longrightarrow 1,2 \end{aligned}$$

- d. Penulisan hasil akar berdasarkan angka penting bilangan yang ditarik akarnya.

$$\begin{aligned} \text{Contoh} \quad : \quad & \sqrt{25} \\ & = 5 \longrightarrow 5,0 \end{aligned}$$

Hasil pengukuran yang kita peroleh, harus kita laporkan secara jujur. Kita juga harus menuliskan angka pentingnya dengan benar, karena angka penting menyatakan ketelitian hasil pengukuran. misalkan hasil pengukuran ketebalan buku dengan menggunakan micrometer sekrup dihasilkan 9,62 mm, kita harus tuliskan apa adanya, tidak boleh dituliskan 9,620 mm. Sebab hasil yang terakhir itu mempunyai 4 angka penting, padahal hasil yang seharusnya adalah 3 angka penting. Sebagai muslim kita harus mempunyai sifat jujur dalam melakukan segala sesuatu. Hal ini sesuai dengan sifat yang dimiliki oleh Nabi Muhammad SAW yaitu sifat *shidiq* (jujur) dan juga diterangkan dalam Al-Qur'an surat Al-Baqarah ayat 282:

يَتَأْتِيهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا إِذَا تَدَايَنْتُمْ بِدِينٍ إِلَىٰ أَجَلٍ مُّسَمًّى فَاكْتُبُوهُ ۚ وَلْيَكْتُب بَيْنَكُمْ
كَاتِبٌ بِالْعَدْلِ ۚ

Artinya:

“Hai orang-orang yang beriman, apabila kamu bermu’amalah tidak secara tunai untuk waktu yang ditentukan, hendaklah kamu menuliskannya. Dan hendaklah seorang penulis diantara kamu menuliskannya dengan benar.”... (QS: Al-Baqarah:282)

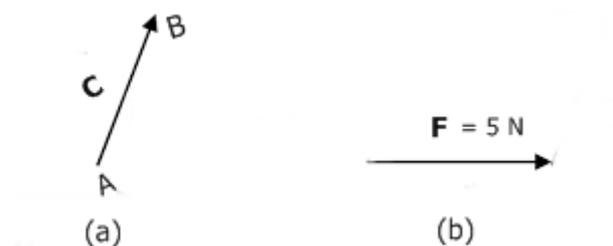
Pada tafsir jalalain kata *kâtibun bil ‘adl* (menuliskannya dengan benar) maksudnya benar tanpa menambah atau mengurangi. Pada saat melakukan transaksi jual beli harus dituliskan dengan benar tanpa menambah atau mengurangi.

F. BESARAN SKALAR DAN BESARAN VEKTOR

Kita telah mengetahui bahwa besaran dibedakan menjadi dua, yaitu besaran pokok dan besaran turunan. Namun berdasarkan nilai dan arah, besaran dibedakan menjadi besaran skalar dan besaran vektor. **Besaran skalar** yaitu besaran yang hanya mempunyai nilai saja. Misalnya jarak, kelajuan, massa, dan lain-lain. Sedangkan **besaran vektor** yaitu besaran yang mempunyai nilai dan arah. Misalnya perpindahan, kecepatan, percepatan, dan lain-lain.

Penulisan sebuah vektor dapat dituliskan dengan huruf yang dicetak tebal, misalnya: **F**, **r** atau huruf dengan tanda panah di atasnya, misalnya \vec{F} , \vec{r} . Untuk penulisan nilai atau besar vektor, menggunakan huruf miring, misalnya *F* atau huruf dengan anak di atasnya beserta tanda mutlak, misalnya $|\vec{F}|$.

Sebuah vektor digambarkan dengan anak panah yang terdiri atas pangkal dan ujung. Panjang anak panah menyatakan besar vektor, sedangkan arah panah menyatakan arah vektor. Perhatikan Gambar 1.11 berikut!



Gambar 1.11 (a) vektor C dan vektor gaya F

Sumber: Dokumen pribadi

Pada Gambar 1.11 (a) menunjukkan sebuah vektor **C** dengan titik pangkal A, ujungnya di titik B, arahnya dari A ke B dan besar vektor diwakili dengan panjang anak panah. Sedangkan Gambar 1.11 (b), merupakan vektor yang menyatakan sebuah gaya **F** sebesar 5 N dan memiliki arah ke kanan. Dua buah vektor dikatakan sama apabila besar dan arahnya sama. Dan sebuah vektor dikatakan negatif apabila mempunyai arah yang berlawanan dengan vektor yang dijadikan acuan.

Dalam Al-Qur'an, vektor diisyaratkan dalam beberapa surat diantaranya surat Al-Mu'minin ayat 14, yaitu:

ثُمَّ خَلَقْنَا النُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظْمًا فَكَسَوْنَا الْعِظْمَ لَحْمًا

ثُمَّ أَنْشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ ۚ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ ﴿١٤﴾

Artinya:

“kemudian air mani itu Kami jadikan segumpal darah, lalu segumpal darah itu Kami jadikan segumpal daging, dan segumpal daging itu Kami jadikan tulang belulang, lalu tulang belulang itu Kami bungkus dengan daging. kemudian Kami jadikan Dia makhluk yang (berbentuk) lain. Maka Maha sucilah Allah, Pencipta yang paling baik.” (QS. Al-Mu'minin: 14)

Ayat di atas menunjukkan siklus awal kehidupan, yakni diciptakannya manusia oleh Allah SWT dari air mani yang kemudian menjadi bentuk yang sempurna. Dari ayat tersebut, siklus awal kehidupan diibaratkan sebuah titik pangkal, dan perkembangannya dimisalkan sebagai suatu ruas garis yang berarah. Jika ada titik awal, maka menurut hukum alam pastilah ada suatu titik akhir. Titik akhir kehidupan adalah kematian. Jika kehidupan diibaratkan sebagai titik pangkal, maka kematian adalah akhir atau titik ujungnya. Allah berfirman dalam surat Al-Mu'minin ayat 15:

ثُمَّ إِنَّكُمْ بَعْدَ ذَلِكَ لَمَيِّتُونَ ﴿١٥﴾

Artinya:

“Kemudian, sesudah itu, Sesungguhnya kamu sekalian benar-benar akan mati.” (QS. Al-Mu'minin: 15)

Jika awal kehidupan merupakan titik pangkal dan kematian adalah titik ujung, maka panjang usia merupakan nilai (besar) vektor.

Besaran vektor memiliki aturan operasional yang berbeda dengan besaran skalar, baik dalam operasional penjumlahan, pengurangan, maupun perkalian.

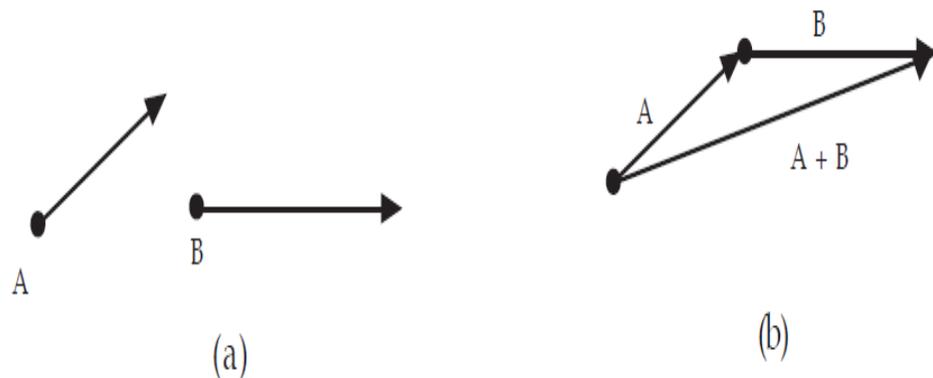
1. Penjumlahan Vektor

Dua vektor atau atau lebih dapat dijumlahkan dan hasil penjumlahannya disebut *vektor resultan* (R). Penjumlahan vektor dapat dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya:

a. Penjumlahan Vektor dengan Metode Poligon

Dalam penjumlahan vektor dengan metode segitiga, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- 1) Lukislah vektor pertama sesuai dengan nilai dan arahnya, misalnya A !
- 2) Lukislah vektor kedua B , sesuai dengan nilai dan arahnya dengan titik tangkapnya (pangkal) berimpit pada ujung A !
- 3) Tarik vektor dari pangkal A sampai ujung B !



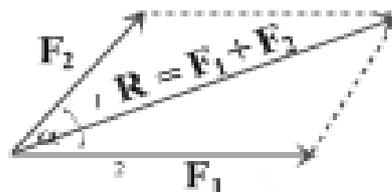
Gambar 1.12 Penjumlahan vektor dengan metode poligon

Sumber: Dokumen pribadi

b. Penjumlahan Vektor dengan Metode Jajar Genjang

Pada jumlahan vektor dengan metode jajar genjang terdapat beberapa langkah, yaitu:

- 1) Lukis vektor pertama dan kedua dengan titik pangkal berimpit
- 2) Lukis sebuah jajar genjang dengan kedua vektor tersebut sebagai sisinya
- 3) Resultan kedua vektor adalah diagonal jajar genjang yang titik pangkalnya sama dengan titik pangkal kedua vektor.



Gambar 1.13 Penjumlahan vektor metode jajar genjang

Sumber: Dokumen pribadi

Besar resultan dicari dengan persamaan cosinus berikut ini.

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 F_2 \cos \alpha}$$

keterangan:

R : besar vektor resultan

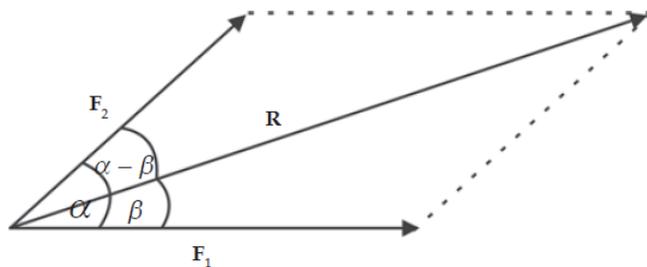
F_1 : besar vektor pertama

F_2 : besar vektor kedua

α : sudut apit antara kedua vektor

Untuk menentukan arah dari vektor resultan terhadap salah satu vektor secara matematis dapat menggunakan rumus sinus. Diketahui dua buah vektor, \mathbf{F}_1 dan \mathbf{F}_2 membentuk sudut α . Sudut antara vektor resultan \mathbf{R} dengan vektor \mathbf{F}_1 adalah β , sedangkan sudut antara vektor resultan \mathbf{R} dan \mathbf{F}_2 adalah $\alpha - \beta$. Secara matematis persamaan tersebut dapat ditulis:

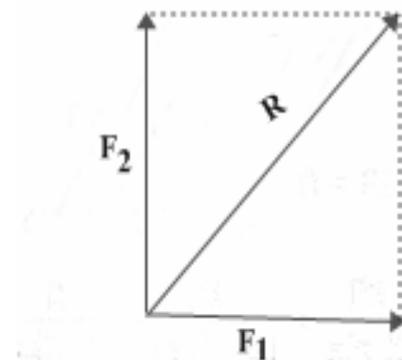
$$\frac{R}{\sin \alpha} = \frac{F_1}{\sin(\alpha - \beta)} = \frac{F_2}{\sin \beta}$$



Apabila kedua vektor saling tegak lurus, maka resultannya ditentukan dengan dalil Pythagoras. Perhatikan Gambar 1.14!

Besarnya resultan adalah:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$



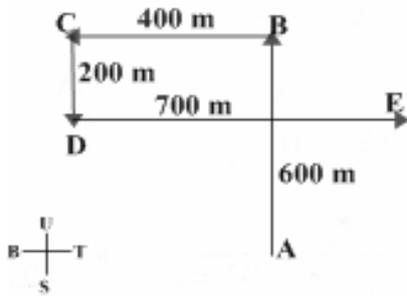
Gambar 1.14 Dua vektor yang saling tegak lurus

Sumber: Dokumen pribadi

Contoh soal 1.4

1. seorang anak melakukan perjalanan namak tilas dimulai dari A ke B : 600 m ke arah utara, ke titik C 400 m arah barat, ke titik D 200 m arah selatan, dan berakhir dititik E 700 m arah timur. Hitung vektor resultan perjalanan anak tersebut!

Penyelesaian:



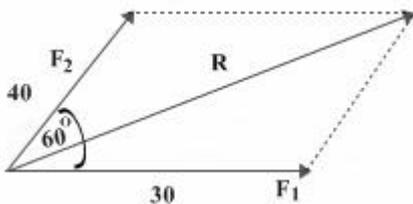
Perjalanan dari A ke E mendatar : $700 - 400 = 300$ m

Perjalanan dari A ke E vertikal : $600 - 200 = 400$ m

Sehingga, $R = \sqrt{400^2 + 300^2} = 500$ m

2. Hitunglah vektor resultan dari dua buah vektor gaya sebesar 9 N dan 15 N yang membentuk sudut 60° .

Penyelesaian:



Diketahui: $F_1 = 9$ N
 $F_2 = 15$ N
 $\alpha = 60^\circ$

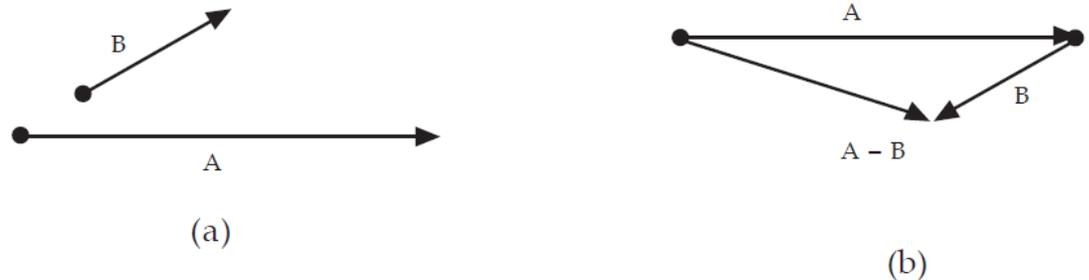
ditanyakan: a. $R = \dots?$

jawab:

$$\begin{aligned} \text{a. } R &= \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 F_2 \cos \alpha} \\ &= \sqrt{(9)^2 + (15)^2 + 2 (9) (15) \cos 60^\circ} \\ &= \sqrt{441} = 21 \text{ N} \end{aligned}$$

Pengurangan vektor pada prinsipnya sama dengan penjumlahan dengan vektor negatif. Pada Gambar 1.15 adalah pengurangan vektor dilakukan dengan cara membuat vektor $-\mathbf{B}$ (vektor yang besarnya sama dengan vektor \mathbf{B} , sejajar, tetapi arahnya berlawanan). Selisih antara vektor \mathbf{A} dan \mathbf{B} adalah:

$$\mathbf{R} = \mathbf{A} - \mathbf{B} = \mathbf{A} + (-\mathbf{B})$$



Gambar 1.15 Pengurangan vektor

Sumber: Dokumen pribadi

3. Penguraian Vektor

Jika sejumlah vektor dapat dijumlahkan menghasilkan satu vektor resultan, maka satu vektor juga dapat diuraikan menjadi sejumlah vektor lain. Apabila satu vektor kita uraikan menjadi 2 vektor yang saling tegak lurus, maka 2 vektor hasil penguraian disebut komponen vektor yang saling tegak lurus. Komponen vektor dan vektor mula-mula dihubungkan melalui fungsi trigonometri sebagai berikut:

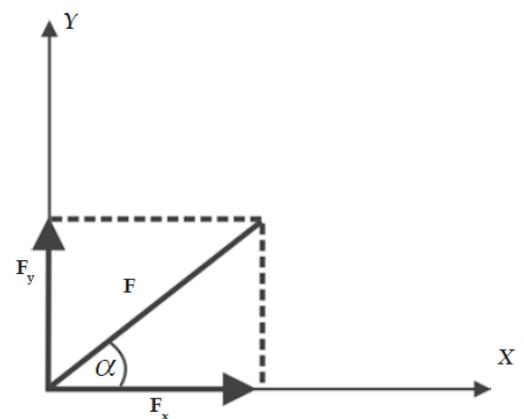
$$F_x = F \cos \alpha$$

$$F_y = F \sin \alpha$$

Oleh karena itu, apabila komponen vektor F_x dan F_y diketahui, kita dapat menghitung besar vektor F dengan teorema Pythagoras dan menghitung arahnya dengan fungsi trigonometri.

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\tan \alpha = \frac{F_y}{F_x}$$



Gambar 1.16 Komponen vektor

Sumber: Dokumen pribadi

Contoh soal 1.5

Sebuah gaya sebesar 40 N bekerja pada benda dengan membentuk sudut 30° terhadap sumbu horizontal. Hitung komponen vektor pada sumbu x dan sumbu y !

Penyelesaian:

$$F_x = F \cos 30^\circ$$

$$= 40 \times \frac{1}{2} \sqrt{3}$$

$$= 20 \sqrt{3}$$

$$F_y = F \sin 30^\circ$$

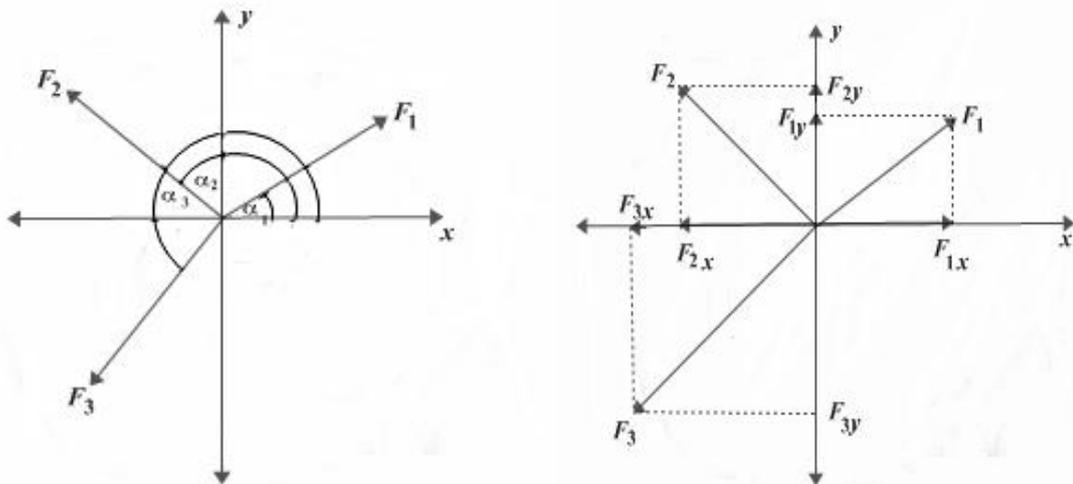
$$= 40 \times \frac{1}{2}$$

$$= 20$$

4. Penjumlahan Vektor dengan Cara Analitis

Untuk menghitung nilai resultan beberapa vektor yang dijumlahkan secara grafis kadang kita mengalami kesulitan. Untuk mengalami kesulitan itu, dapat digunakan cara analitis. Penjumlahan dua vektor atau lebih yang setitik tangkap dengan cara analitis dapat dilakukan sebagai berikut.

- Membuat koordinat siku-siku (sumbu x dan y) pada titik tangkap vektor.
- Menguraikan (memproyeksikan) masing-masing vektor menjadi komponen pada sumbu x dan y .
- Menjumlahkan komponen-komponen pada sumbu x (R_x) dan sumbu y (R_y)



Gambar 1.17 Penjumlahan vektor setitik tangkap dengan cara analitis

Sumber: Dokumen pribadi

Untuk menghitung resultan vektor dapat dibuat tabel seperti di bawah ini.

Tabel 1.4 Komponen Vektor pada Sumbu x dan y

Vektor	Sudut	Komponen pada Sumbu	
		X	Y
F_1	α_1	$F_1 \cos \alpha_1$	$F_1 \sin \alpha_1$
F_2	α_2	$F_2 \cos \alpha_2$	$F_2 \sin \alpha_2$
F_3	α_3	$F_3 \cos \alpha_3$	$F_3 \sin \alpha_3$
		$R_x = \dots$	$R_y = \dots$

Nilai resultan dihitung dengan persamaan:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Contoh soal 1.5

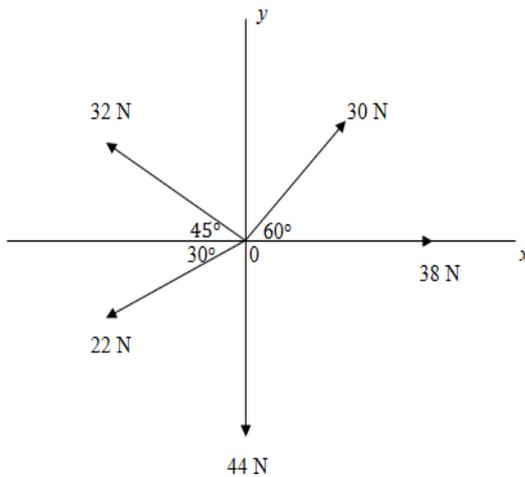
Lima buah vektor gaya sebidang bekerja pada sebuah benda besar dan arah masing-masing vektor seperti pada Gambar 1.20. Tentukan resultan gaya-gaya tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui: lihat Gambar 1.20!

Ditanyakan: $R = \dots?$

Jawab:



Dari Gambar di atas dapat dibuat Tabel 1.3

F	α	$F_x \cos \alpha$	$F_y \sin \alpha$
38 N	0°	38 N	0 N
30 N	60°	15 N	26 N
32 N	135°	-22,6 N	22,6 N
22 N	210°	-19 N	-11 N
44 N	270°	0 N	-44 N
		$\mathbf{R}_x = 11,4 \text{ N}$	$\mathbf{R}_y = -6,4 \text{ N}$

Sehingga diperoleh nilai resultan:

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \\ &= \sqrt{(11,4)^2 + (-6,4)^2} \\ &= 13 \text{ N} \end{aligned}$$

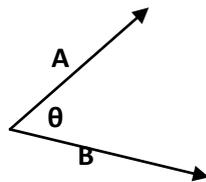
Jadi, resultan lima gaya tersebut adalah 13N.

5. Perkalian Vektor

Penjumlahan dan pengurangan vektor telah kita pelajari sebelumnya. Sekarang kita akan mempelajari bagaimana mengalikan dua buah vektor, yang nantinya banyak kita jumpai dalam persamaan-persamaan fisika. Ada dua jenis perkalian vektor, yaitu perkalian titik (*dot product*) dan perkalian silang (*cross product*).

a) Perkalian titik/dot product (•)

Perkalian titik dua buah vektor, **A** dan **B** dapat dituliskan $\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}$. dua buah vektor yang dioperasikan dengan perkalian titik menghasilkan bilangan biasa (skalar)



Gambar 1.19 perkalian titik (dot)

Sumber: dokumen pribadi

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = AB \cos \theta \quad \dots\dots\dots (1.1)$$

Maka pada vektor satuan berlaku sifat:

- ❖ Perkalian komponen vektor yang sejenis (searah) akan menghasilkan nilai 1, seperti : $\mathbf{i} \cdot \mathbf{i} = \mathbf{j} \cdot \mathbf{j} = \mathbf{k} \cdot \mathbf{k} = 1$
- ❖ Perkalian komponen vektor yang tidak sejenis (saling tegak lurus) akan menghasilkan nilai 0, seperti : $\mathbf{i} \cdot \mathbf{j} = \mathbf{j} \cdot \mathbf{k} = \mathbf{k} \cdot \mathbf{i} = 0$

Dari sifat-sifat perkalian titik vektor – vektor satuan ini, kita akan menghitung perkalian titik vektor **A** dan **B**.

$$\begin{aligned} \mathbf{A} \cdot \mathbf{B} &= (A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} + A_z \mathbf{k}) \cdot (B_x \mathbf{i} + B_y \mathbf{j} + B_z \mathbf{k}) \\ &= A_x \mathbf{i} \cdot B_x \mathbf{i} + A_x \mathbf{i} \cdot B_y \mathbf{j} + A_x \mathbf{i} \cdot B_z \mathbf{k} + A_y \mathbf{j} \cdot B_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} \cdot B_y \mathbf{j} + A_y \mathbf{j} \cdot B_z \mathbf{k} + A_z \mathbf{k} \cdot B_x \mathbf{i} + \\ &\quad A_z \mathbf{k} \cdot B_y \mathbf{j} + A_z \mathbf{k} \cdot B_z \mathbf{k} \end{aligned}$$

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = A_x \cdot B_x + A_y \cdot B_y + A_z \cdot B_z \quad \dots\dots\dots (1.2)$$

Pada perkalian titik antara dua vektor bersifat komutatif, yaitu

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = \mathbf{B} \cdot \mathbf{A}$$

Contoh soal 1.6

Vektor **A** dan **B** adalah $\mathbf{A} = 2\mathbf{i} + 3\mathbf{j}$ dan $\mathbf{B} = 2\mathbf{i} - 3\mathbf{j}$. Tentukan $\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}$!

Penyelesaian:

Diketahui: $\mathbf{A} = 2\mathbf{i} + 3\mathbf{j}$

$\mathbf{B} = 2\mathbf{i} - 3\mathbf{j}$

Ditanyakan: $\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = \dots?$

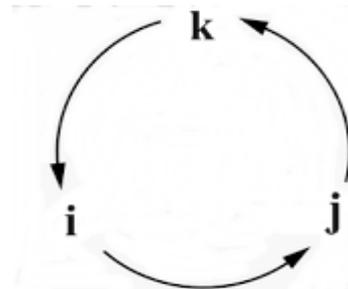
Jawab:

$$\begin{aligned}
\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} &= A_x B_x + A_y B_y \\
&= (2)(2) + (3)(-3) \\
&= 4 - 9 \\
&= -5
\end{aligned}$$

1) Perkalian silang/cross (\times)

Perkalian silang diantara dua vektor **A** dan **B** dapat ditulis $\mathbf{A} \times \mathbf{B}$ dan hasilnya adalah sebuah vektor lain **C**. Arah dari **C** sebagai hasil perkalian vektor **A** dan **B** didefinisikan tegak lurus pada bidang yang dibentuk oleh **A** dan **B**. Pada perkalian vektor ini ada ketentuan sebagai berikut :

$$\begin{array}{lll}
\mathbf{i} \times \mathbf{i} = 0 & \mathbf{i} \times \mathbf{j} = \mathbf{k} & \mathbf{j} \times \mathbf{i} = -\mathbf{k} \\
\mathbf{j} \times \mathbf{j} = 0 & \mathbf{j} \times \mathbf{k} = \mathbf{i} & \mathbf{k} \times \mathbf{j} = -\mathbf{i} \\
\mathbf{k} \times \mathbf{k} = 0 & \mathbf{k} \times \mathbf{i} = \mathbf{j} & \mathbf{i} \times \mathbf{k} = -\mathbf{j}
\end{array}$$



Gambar 1.20 Perkalian silang vektor
Sumber: dokumen pribadi

dari sifat-sifat perkalian silang vektor-vektor satuan ini, kita akan menghitung perkalian silang vektor **A** dan **B**.

$$\begin{aligned}
\mathbf{A} \times \mathbf{B} &= (A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} + A_z \mathbf{k}) \cdot (B_x \mathbf{i} + B_y \mathbf{j} + B_z \mathbf{k}) \\
&= A_x \mathbf{i} \times B_x \mathbf{i} + A_x \mathbf{i} \times B_y \mathbf{j} + A_x \mathbf{i} \times B_z \mathbf{k} + A_y \mathbf{j} \times B_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} \times B_y \mathbf{j} + A_y \mathbf{j} \times B_z \mathbf{k} + A_z \mathbf{k} \times B_x \mathbf{i} + \\
&\quad A_z \mathbf{k} \times B_y \mathbf{j} + A_z \mathbf{k} \times B_z \mathbf{k}
\end{aligned}$$

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = (A_y B_z - A_z B_y) \mathbf{i} + (A_z B_x - A_x B_z) \mathbf{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \mathbf{k} \dots\dots\dots (1.3)$$

perkalian silang antara dua vektor bersifat anti komutatif, yaitu

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = - \mathbf{B} \times \mathbf{A}$$

Contoh soal 1.7

Vektor **A** dan **B** adalah $\mathbf{A} = \mathbf{i} + 3\mathbf{j} + 5\mathbf{k}$ dan $\mathbf{B} = 2\mathbf{i} + 4\mathbf{j} + 6\mathbf{k}$. Tentukan $\mathbf{A} \times \mathbf{B}$

Penyelesaian:

Diketahui: $\mathbf{A} = \mathbf{i} + 3\mathbf{j} + 5\mathbf{k}$

$\mathbf{B} = 2\mathbf{i} + 4\mathbf{j} + 6\mathbf{k}$

Ditanyakan: $\mathbf{A} \times \mathbf{B} = \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned}\mathbf{A} \times \mathbf{B} &= (A_y B_z - A_z B_y) \mathbf{i} + (A_z B_x - A_x B_z) \mathbf{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \mathbf{k} \\ &= ((3)(6) - (5)(4))\mathbf{i} + ((5)(2) - (1)(6))\mathbf{j} + ((1)(4) - (3)(2))\mathbf{k} \\ &= -2\mathbf{i} + 4\mathbf{j} - 2\mathbf{k}\end{aligned}$$

T O K O H F I S I K A



Ibnu Al-Shatir
(1304 – 1375)

Pembuatan jam matahari di dunia Islam dilakukan oleh Ibnu al-Shatir, seorang ahli Astronomi Muslim. "Ibnu al-Shatir merakit jam matahari yang bagus sekali untuk menara Masjid Umayyah di Damaskus, sehingga ia kemudian dikenal sebagai *muwaqqit* (pengatur waktu ibadah).

T O K O H F I S I K A



Christian Huygens
(1629 - 1695)

Christian Huygens adalah ahli fisika, ahli astronomi, penemu jam bandul, penemu teori gelombang cahaya, dan masih banyak penemuan lainnya. . Untuk mengukur waktu kejadian-kejadian astronomis, Huygens membuat jam yang mampu mengukur waktu hingga ke hitungan menit. Ia menggunakan gerakan maju-mundur yang biasa terjadi pada sebuah pendulum yang berayun untuk mengendalikan gigi-gigi jam tersebut. Ia juga menggunakan serangkaian bobot berantai yang jatuh perlahan-lahan untuk memastikan pendulumnya bergerak terus-menerus. Huygens mempresentasikan modelnya yang pertama kepada pemerintah Belanda dan menggambarkannya dalam terbitan tahun 1658. Jam pendulum itu dikenal sebagai jam “kakek” dan dipakai di seluruh dunia selama hampir 300 tahun.

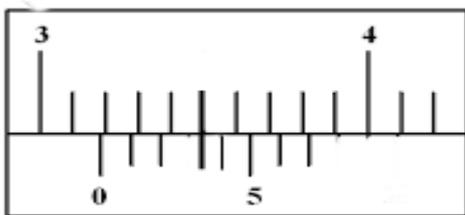
RANGKUMAN

1. Besaran adalah segala sesuatu yang bisa diukur, serta memiliki nilai besaran (besar) dan satuan.
2. Besaran pokok adalah besaran yang satuannya telah didefinisikan. Besaran turunan adalah besaran yang dijabarkan atau diturunkan dari besaran pokok.
3. Pada konferensi internasional tahun 1960 dan 1971 telah ditetapkan sistem satuan standar ukuran sebagai Sistem Internasional (SI), yang meliputi standar panjang, massa, waktu, arus listrik, suhu, intensitas cahaya, dan jumlah zat.
4. Dimensi suatu besaran adalah cara menyatakan besaran itu dengan lambang besaran pokok (dasar).
5. Pengukuran membandingkan sesuatu yang kita ukur dengan alat yang kita gunakan sebagai acuan atau patokan (standar).
6. Alat pengukuran panjang, diantaranya mistar, jangka sorong, dan mikrometer sekrup.
7. Alat pengukuran massa, diantaranya neraca analitis dua lengan, neraca Ohaus, neraca lengan gantung, dan neraca digital.
8. Alat ukur waktu yang biasa digunakan adalah arloji dan stopwatch.
9. Pengukuran suatu besaran selalu memiliki ketidakpastian. Ketidakpastian pengukuran bisa bersumber dari keterbatasan ketelitian alat ukur maupun cara pengukuran.
10. Angka penting adalah angka yang diperoleh dari hasil pengukuran.
11. Vektor digunakan untuk mewakili besaran vektor. Panjang vektor menunjukkan nilai besaran vektor sedangkan arah anak panah menunjukkan arah besaran vektor,

Uji Kompetensi

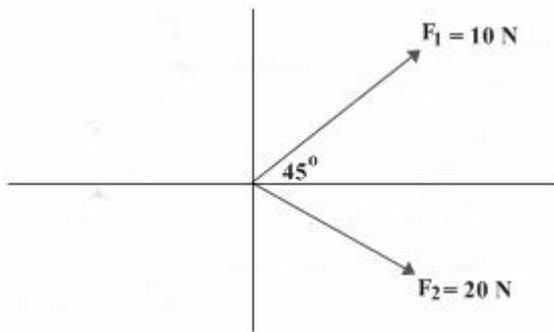
**A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat antara huruf A, B, C, D, atau E!
Kemudian tulislah pada buku latihan Anda!**

- Berikut ini yang merupakan satuan besaran pokok dalam SI adalah...
 - meter dan detik
 - meter dan celcius
 - celcius dan watt
 - kilogram dan watt
 - kilogram dan celcius
- Berikut ini termasuk besaran pokok adalah
 - panjang, massa, volume
 - luas, kecepatan, massa
 - suhu, massa, kuat arus
 - panjang, suhu, luas
 - kecepatan, panjang, kuat arus
- Dimensi berikut ini yang menyatakan besaran gaya adalah
 - $[M] [L] [T]^{-1}$
 - $[M] [L] [T]^{-2}$
 - $[M] [L]^2 [T]^{-1}$
 - $[M] [L]^{-1} [T]^{-2}$
 - $[M] [L] [T]^2$



- Gambar di atas menunjukkan hasil pengukuran dengan menggunakan jangka sorong. Hasil pembacaan jangka sorong tersebut adalah....
 - 3,09 cm
 - 3,10 cm
 - 3,11 cm
 - 3,12 cm
 - 3,13 cm
- Kesalahan yang disebabkan oleh kondisi atau keadaan alat ukur disebut ...

- A. kesalahan umum
 - B. kesalahan acak
 - C. kesalahan sistematis
 - D. kesalahan presisi
 - E. kesalahan standarisasi
6. Sebuah persegi, panjang sisinya adalah 15 cm. Luas persegi tersebut sesuai dengan jumlah angka penting adalah
- A. 225 cm
 - B. $2,25 \times 10^2$ cm
 - C. $2,3 \times 10^2$ cm
 - D. $22,5 \times 10^{-1}$ cm
 - E. $22,5 \times 10^{-1}$ cm
7. Resultan vektor $\mathbf{A} = 12$ N dan vektor $\mathbf{B} = 5$ N yang membentuk sudut 90° adalah ...
- A. 13 N
 - B. 14 N
 - C. 15 N
 - D. 16 N
 - E. 17 N
8. Dua vektor gaya membentuk sudut dengan sumbu X seperti gambar berikut ini.



- A. 5 N
 - B. 10 N
 - C. 20 N
 - D. 30 N
 - E. 50 N
9. Vektor \mathbf{A} dan \mathbf{B} adalah $\mathbf{A} = 3\mathbf{i} + 4\mathbf{j} - 2\mathbf{k}$ dan $\mathbf{B} = \mathbf{i} + 2\mathbf{j} + 3\mathbf{k}$. Hasil $\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}$ adalah....
- A. 15
 - B. 12
 - C. 9
 - D. 6
 - E. 5

10. Vektor **A** dan **B** adalah $\mathbf{A} = \mathbf{i} + 3\mathbf{j} + 5\mathbf{k}$ dan $\mathbf{B} = 2\mathbf{i} + 4\mathbf{j} + 6\mathbf{k}$. Hasil $\mathbf{A} \times \mathbf{B}$ adalah....

- A. $\mathbf{i} + 15\mathbf{j} + 30\mathbf{k}$
- B. $2\mathbf{i} + 19\mathbf{j} - 28\mathbf{k}$
- C. $\mathbf{i} - 21\mathbf{j} + 26\mathbf{k}$
- D. $-\mathbf{i} + 19\mathbf{j} + 26\mathbf{k}$
- E. $\mathbf{i} + 19\mathbf{j} + 26\mathbf{k}$

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan tepat pada buku latihan Anda!

1. Pengukuran sebanyak 3 kali massa sebuah cincin adalah 2 gram, 2 gram, dan 3 gram. Berapakah hasil pengukuran massa sebuah cincin dilaporkan?

2. Diketahui persamaan gaya gravitasi:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

Dimana, F adalah gaya, m adalah massa, R adalah jarak, dan G adalah konstanta gravitasi. Tentukan dimensi dari G !

3. Tentukan banyaknya angka penting pada masing-masing nilai berikut ini!

- a. 432,76 m
- b. 126,008 kg
- c. 0,0007 m
- d. 0,0750 g
- e. 35000 kg

4. Vektor gaya $\mathbf{F}_1 = 6\text{ N}$ dan $\mathbf{F}_2 = 8\text{ N}$. Hitunglah resultan vektor jika sudut yang dibentuk adalah:

- a. 30°
- b. 60°
- c. 90°

5. Dua vektor $\mathbf{A} = 2\mathbf{i} + 2\mathbf{j}$ dan $\mathbf{B} = 4\mathbf{i} + \mathbf{j}$. Tentukan:

- a. $\mathbf{C} = \mathbf{A} \times \mathbf{B}$
- b. $\mathbf{D} = \mathbf{B} \times \mathbf{A}$



Sumber: www.ukubungee.co.uk

Standar Kompetensi

Menerapkan konsep dan prinsip dasar kinematika dan dinamika benda titik.

Kompetensi Dasar

1. Menganalisis besaran fisika pada gerak dengan kecepatan dan percepatan konstan .

Indikator Pembelajaran

1. Menganalisis besaran-besaran fisika pada gerak dengan kecepatan konstan.
2. Menganalisis besaran-besaran fisika pada gerak dengan percepatan konstan.
3. Menganalisis grafik gerak lurus dengan kecepatan konstan.
4. Menganalisis grafik gerak lurus dengan percepatan konstan.
5. Memiliki pengetahuan dan pemahaman baru tentang hubungan fisika, Al-Qur'an dan nilai-nilai agama.

Tujuan Pembelajaran

1. Mampu menganalisis besaran-besaran fisika pada gerak dengan kecepatan konstan.
2. Mampu menganalisis besaran-besaran fisika pada gerak dengan percepatan konstan.
3. Mampu menganalisis grafik gerak lurus dengan kecepatan konstan.
4. Mampu menganalisis grafik gerak lurus dengan percepatan konstan.
5. Memiliki pengetahuan dan pemahaman baru tentang hubungan fisika, Al-Qur'an dan nilai-nilai agama.

Peta Konsep



Apersepsi

Cheetah adalah hewan darat pemangsa tercepat di dunia. Cheetah mampu mempercepat gerakannya hingga mencapai kelajuan 26 m/s lebih. Rahasia apa yang dianugerahkan Allah SWT kepada cheetah sehingga mempunyai desain tubuh yang begitu menakjubkan yang membantu Cheetah mampu bergerak dengan kecepatan tinggi?



Gambar 2.1 Cheetah
Sumber:binatang.net

Di SMP kita telah mempelajari bahwa suatu benda dikatakan bergerak jika kedudukannya senantiasa berubah terhadap suatu titik acuan tertentu. Gerak **bersifat relatif** tergantung pada titik acuan yang ditetapkan. Misalkan, kita sedang duduk di dalam bus yang sedang meninggalkan terminal. Apabila bus ditetapkan sebagai titik acuan, maka kita dikatakan **diam**. Apabila terminal ditetapkan sebagai acuan, maka kita dikatakan **bergerak** terhadap terminal.

Sebelum kita mempelajari gerak, kita renungkan terlebih dahulu ayat Al-Qur'an surat yasin ayat 60-61:

أَلَمْ أَعْهَدْ إِلَيْكُمْ يَا بَنِي آدَمَ أَنْ لَا تَعْبُدُوا الشَّيْطَانَ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ مُّبِينٌ ﴿٦٠﴾ وَأَنْ أَعْبُدُونِي هَذَا صِرَاطٌ مُسْتَقِيمٌ ﴿٦١﴾

Artinya: “ Bukankah aku telah memerintahkan kepadamu Hai Bani Adam supaya kamu tidak menyembah syaitan? Sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagi kamu dan hendaklah kamu menyembah-Ku. Inilah jalan yang lurus”. (QS. Yasin: 60-61)

Pada tafsir Al-Misbah kata *shiráth* berasal dari kata *saratha* yang bermakna *menelan*. Sesuatu yang menelan pasti lebih lebar dari pada yang ditelan. Jalan yang dinamai *shiráth* adalah jalan yang lebar, sedemikian lebar sehingga yang berjalan disana bagaikan ditelan oleh jalan itu. jalan yang lebar itu pun lurus sehingga jarak menuju tujuan tidak berliku-liku.

Sedangkan kata *mustaqím* berasal dari kata *qáma-yaqúmu* yangarti asalnya adalah *mengandalkan kekuatan betis dan atau memegang secara teguh sampai yang bersangkutan dapat berdiri tegak lurus*.

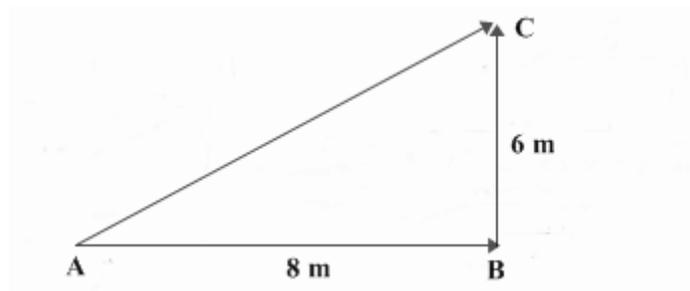
shiráth al mustaqím adalah *jalan luas, lebar dan yang terdekat mencapai tujuan*. Jalan luas lagi lurus itu adalah segala jalan yang dapat mengantarkan kepada kebahagiaan. Ayat dalam QS.Yasin ayat 60-61 menjelaskan tentang perintah untuk memilih jalan yang lurus bukan jalan yang sesat. Karena jalan yang lurus dapat mengantarkan kepada kebahagiaan.

Pada konsep fisika, gerak lurus merupakan gerak benda yang lintasannya berupa garis lurus. Untuk memahami tentang gerak lurus, pelajari materi berikut.

A. JARAK DAN PERPINDAHAN

Sebagaimana kita telah ketahui bahwa benda dikatakan bergerak, apabila kedudukan benda tersebut berubah terhadap acuannya. Untuk menentukan jarak dan perpindahan suatu benda, digunakan sumbu koordinat x dan y sebagai kerangka acuannya, seperti Gambar 2.1.

Misalnya, Seorang anak pergi ke rumah sakit untuk menjenguk temannya. Ia berangkat dari rumah (titik A) kemudian mampir ke toko buah (titik B) untuk membeli buah yang akan dibawa ke rumah sakit. Jarak rumah dan toko buah adalah 8 m, kemudian untuk sampai ke rumah sakit ia harus belok kiri (titik C) sejauh 6 m.



Gambar 2.2 Jarak dan perpindahan
Sumber: dokumen pribadi

Panjang lintasan yang ditempuh anak tersebut adalah $AB + BC = 8 \text{ m} + 6 \text{ m} = 14 \text{ m}$. Panjang lintasan sama dengan **jarak** tempuh benda. sementara perpindahan anak tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus pythagoras sebagai berikut.

Perpindahan :

$$\begin{aligned} AC &= \sqrt{AB^2 + BC^2} \\ &= \sqrt{8^2 + 6^2} \\ &= \sqrt{64 + 36} \\ &= \sqrt{100} \\ &= 10 \text{ m} \end{aligned}$$

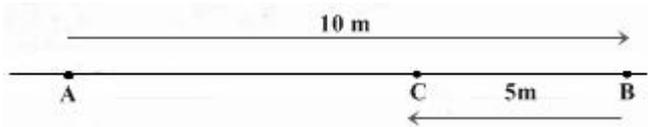
Jadi **perpindahan** adalah perubahan kedudukan suatu benda terhadap titik acuan tertentu.

Perpindahan memiliki besar (nilai) dan arah maka perpindahan merupakan besaran vektor. Sedangkan jarak hanya memiliki nilai saja, sehingga jarak merupakan besaran skalar.

Contoh soal 2.1

1. Sore hari, Aldi pergi ke barat menuju TPQ sejauh 10 m untuk mengaji, karena bolpoin Aldi jatuh ketika perjalanannya menuju TPQ maka Aldi harus berbalik arah untuk mengambil bolpoin yang jatuh sejauh 5 m. Berapakah jarak dan perpindahan sampai tempat jatuhnya bolpoin?

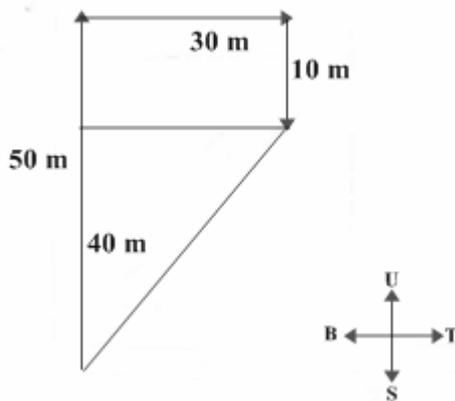
Penyelesaian:



$$\begin{aligned} \text{Jarak} &= \text{lintasan AB} + \text{lintasan BC} \\ &= 15 + 5 \\ &= 20 \text{ m} \\ \text{Perpindahan} &= \text{AB} - \text{BC} \\ &= 10 - 5 \\ &= 5 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Adit berusaha mengejar pencuri yang mencuri dompet temannya. Sehingga Adit berlari sejauh 50 m ke Utara kemudian berbelok sejauh 30 m ke Timur sebelum akhirnya berbelok ke Selatan sejauh 10 m. Hitung berapa jarak dan perpindahan Adit dihitung dari titik asal?

Penyelesaian:



Anggap arah Utara adalah arah sumbu y positif dan arah Timur adalah arah sumbu x positif.

Arah sumbu y :

$$(\text{Perpindahan}) y = 50 - 10 = 40 \text{ m}$$

Arah sumbu x :

$$(\text{Perpindahan}) x = 30 \text{ m}$$

perpindahan dapat dihitung dengan menggunakan rumus Pythagoras:

$$\begin{aligned} \text{Perpindahan} &= \sqrt{40^2 + 30^2} \\ &= 50 \text{ m} \end{aligned}$$

B. KECEPATAN DAN KELAJUAN

Istilah kecepatan (*velocity*) dan kelajuan (*speed*) dalam kehidupan sehari-hari sering disamakan. Tetapi dalam fisika, pengertian kedua istilah itu memiliki arti yang berbeda.

- Jika kita katakan kendaraan bergerak 40 km/jam, maka yang dimaksud di sini adalah *kelajuan*.
- Jika kita katakan kendaraan bergerak 40 km/jam ke barat, maka yang dimaksud di sini adalah *kecepatan*.



Gambar 2.3 Speedometer
Sumber: Archive.kaskus.co.id

Jadi, kecepatan merupakan besaran vektor, sehingga dapat bernilai positif dan negatif tergantung arah geraknya. Sedangkan kelajuan merupakan besaran skalar dan selalu bernilai positif.

1. Kecepatan Rata-rata dan Kelajuan Rata-rata

Bagaimanah kondisi umum kita ketika mengendarai sepeda motor melalui jalan yang berbelok-belok dan melewati jalan yang lurus? Pastilah kita akan mengurangi kelajuan kita ketika melalui jalan yang berbelok dan sebaliknya akan menambah kelajuan kita ketika melalui jalan yang lurus.

- **kecepatan rata-rata** adalah perbandingan antara vektor perpindahan dan selang waktu perpindahan. Secara matematis sebagai berikut:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (2.1)$$

keterangan:

- \bar{v} = kecepatan rata-rata (m/s)
- Δx = perpindahan (m)
- Δt = selang waktu (s)

- **kelajuan rata-rata** adalah perbandingan jarak yang ditempuh dan selang waktu. Secara matematis sebagai berikut:

$$\bar{v} = \frac{x}{t} \dots\dots\dots (2.2)$$

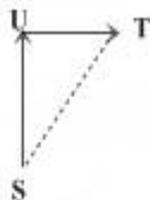
keterangan:

- \bar{v} = Kelajuan rata-rata (m/s)
- x = jarak yang ditempuh (m)
- t = selang waktu (s)

Contoh soal 2.2

1. Joko akan melaksanakan sholat berjama'ah di masjid. Untuk sampai ke masjid ia harus berjalan dari rumah lurus ke utara sejauh 8 m selama 6 s, kemudian berbelok ke timur lurus sejauh 6 m selama 4 s, berapakah kelajuan rata-rata dan kecepatan rata-rata joko dari rumah sampai ke masjid?

Penyelesaian:



Jarak, $x = SU + UT = 8 + 6 = 14$ m

Perpindahan, $x = ST = \sqrt{SU^2 + UT^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10$ m

selang waktu tempuh, $t = t_{SU} + t_{UT} = 6 + 4 = 10$ s

kelajuan rata-rata, $\bar{v} = \frac{x}{t} = \frac{14}{10} = 1,4$ m/s

kecepatan rata-rata, $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{10}{10} = 1$ m/s

2. Sofia dan teman-temannya bermain bola kasti di lapangan. Sofia memukul bola kasti sehingga bola kasti tersebut bergerak dengan kecepatan rata-rata 30 m/s. Berapa detik bola tersebut akan mengenai sebuah tonggak yang terletak pada jarak 60 m dari Sofia?

Penyelesaian:

Diketahui: $\bar{v} = 30$ m/s

$$x = 60 \text{ m}$$

ditanyakan: $t = \dots?$

jawab:

$$\begin{aligned} t &= \frac{x}{\bar{v}} \\ &= \frac{60}{30} \\ &= 2 \text{ s} \end{aligned}$$

2. Kecepatan Sesaat dan Kelajuan Sesaat

- **Kecepatan sesaat** merupakan kecepatan rata-rata untuk selang waktu perpindahan mendekati nol. Dengan kata lain, kecepatan sesaat adalah perubahan posisi benda tiap satuan waktu. Secara matematis sebagai berikut:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \dots\dots\dots (2.3)$$

keterangan, v = kecepatan sesaat (m/s)

- **Kelajuan sesaat** adalah besarnya kecepatan sesaat. Kelajuan sesaat inilah yang ditunjukkan oleh jarum speedometer pada sepeda motor kita.

INFORMASI

GUNUNG BERGERAK

وَتَرَى الْجِبَالَ تَحْسِبُهَا جَامِدَةً وَهِيَ تَمُرُّ مَرَّ السَّحَابِ ۗ صُنِعَ اللَّهُ الَّذِي أَتَقَنَ كُلَّ شَيْءٍ إِنَّهُ رَٰحِمٌ خَبِيرٌ بِمَا تَفْعَلُونَ ﴿٨٨﴾

Artinya:

Dan kamu Lihat gunung-gunung itu, kamu sangka Dia tetap di tempatnya, Padahal ia berjalan sebagai jalannya awan. (Begitulah) perbuatan Allah yang membuat dengan kokoh tiap-tiap sesuatu; Sesungguhnya Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan. (QS. An-Naml: 88)

Sebagian ahli tafsir berpandangan bahwa ayat di atas menerangkan keadaan di dunia sekarang. Gunung-gunung yang tampaknya diam dan selalu berada di tempatnya, sesungguhnya tidak demikian. Gunung-gunung yang kokoh berdiri di bumi juga bergerak dan berjalan, seperti awan di langit. Hal ini memang tidak terlihat oleh mata awam, dan mungkin hanya diketahui oleh para ilmuwan yang memahami sifat-sifat dan karakter bumi. Demikianlah ciptaan Allah yang luar biasa, diciptakan dengan sangat teliti dan sempurna.

Pegunungan Jayawijaya di Papua adalah salah satu contoh bagaimana batuan-batuan yang semula terletak di dasar laut diangkat ke tempat yang sangat tinggi. Lipatan-lipatan batuan sedimen, maupun patahan, penurunan dan kenaikan muka bumi, juga gunung-gunung yang terus aktif adalah bukti bagaimana bumi terus bergolak. Gunung-gunung yang disangka selalu tetap pada tempatnya, sesungguhnya berjalan seperti awan.

C. PERCEPATAN DAN PERLAJUAN

Percepatan adalah perubahan kecepatan dalam selang waktu tertentu. percepatan merupakan besaran vektor. Percepatan berharga positif jika kecepatan suatu benda bertambah dalam selang waktu tertentu. dan sebaliknya percepatan berharga negatif jika kecepatan suatu benda berkurang dalam selang waktu tertentu.

Perlajuan merupakan nilai atau harga dari percepatan. Percepatan merupakan besaran vektor, sedangkan perlajuan merupakan besaran skalar.

1. Percepatan Rata-rata

Tiap benda yang mengalami perubahan kecepatan, akan mengalami percepatan. Percepatan rata-rata (\bar{a}) adalah hasil bagi antara perubahan kecepatan (Δv) dengan selang waktu yang digunakan selama perubahan kecepatan tersebut (Δt). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (2.4)$$

keterangan:

\bar{a} = percepatan rata-rata (m/s²)

Δv = perubahan kecepatan (m/s)

Δt = selang waktu (s)

v_1 = kecepatan awal (m/s)

v_2 = kecepatan akhir (m/s)

t_1 = waktu awal (s)

t_2 = waktu akhir (s)

Contoh soal 2.3:

Ahmad mengendarai sepeda motor ke musholla mula-mula kecepatannya 18 km/jam, setelah 10 sekon kemudian kecepatannya menjadi 54 km/jam. Berapa percepatan sepeda motor tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui: $v_1 = 18 \text{ km/jam} = 5 \text{ m/s}$

$v_2 = 54 \text{ km/jam} = 15 \text{ m/s}$

$\Delta t = 10 \text{ s}$

Ditanyakan: $\bar{a} = \dots?$

Jawab:

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_2}{\Delta t} = \frac{15 - 5}{10} = \frac{10}{10} = 1 \text{ m/s}^2$$

Jadi, percepatan sepeda motor tersebut adalah 1 m/s^2

2. Percepatan Sesaat

Percepatan sesaat adalah perubahan kecepatan dalam waktu yang sangat singkat. Seperti halnya menghitung kecepatan sesaat, untuk menghitung percepatan sesaat, anda perlu mengukur perubahan kecepatan dalam selang waktu yang singkat (mendekati nol). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} \dots\dots\dots (2.5)$$

keterangan, a = percepatan sesaat (m/s^2)

D. GERAK LURUS BERATURAN (GLB)

Pernahkan anda mengamati sebuah mobil bergerak dengan kecepatan konstan di jalan atau lintasan lurus bebas hambatan? Mobil dengan kecepatan tersebut dikategorikan sebagai benda yang sedang bergerak lurus beraturan. Apa yang dimaksud dengan gerak lurus beraturan? Bagaimanakah hubungan kecepatan sebuah benda dengan gerak lurus beraturan? Untuk memahami konsep ini, lakukan kegiatan 2.1 sebagai berikut!

Kegiatan 2.1

A. Tujuan

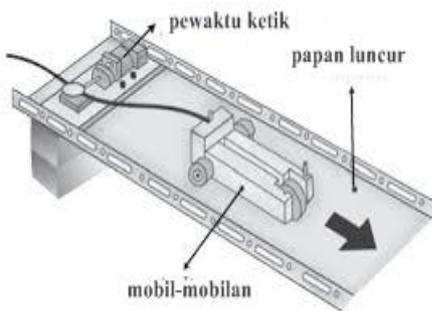
Memahami gerak lurus beraturan suatu benda

B. Alat dan bahan

1. Pewaktu ketik (ticker timer)
2. Mobil-mobilan
3. Papan kayu

C. Langkah kerja

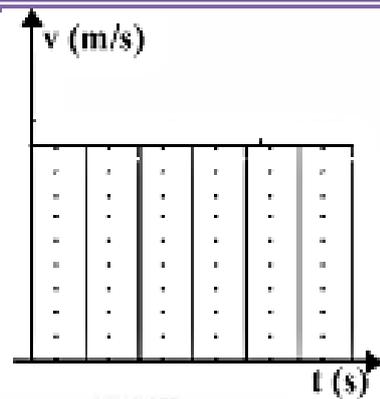
1. Susunlah alat dan bahan seperti pada gambar 2.4
2. Aturilah kemiringan landasan sedemikian rupa sehingga saat mobil-mobilan diletakkan di puncak landasan tepat meluncur ke bawah.
3. Kaitkan pita pada pewaktu ketik terhadap mobil-mobilan.
4. Nyalakan pewaktu ketik di atas papan kayu dengan kecepatan konstan.
5. Potong pita rekaman hasil gerakan mobil pada pewaktu ketik tiap sepuluh ketukan.
6. Tempelkan seluruh potongan tersebut pada grafik kecepatan terhadap waktu.
7. Amati grafik tersebut.
8. Bagaimana percepatan yang dihasilkan mobil-mobilan tersebut? Mengapa demikian? Bagaimana hubungan antara kecepatan dengan percepatan pada gerak lurus beraturan mobil-mobilan tersebut?
9. Buatlah sebuah penjelasan dan kesimpulan dari hasil pengamatan Anda
10. Diskusikan hasilnya bersama teman Anda!



Gambar 2.4 Percobaan gerak lurus beraturan

Setelah potongan pita yang dihasilkan pada kegiatan 2.1 ditempelkan pada grafik kecepatan terhadap waktu, akan didapatkan grafik $v-t$ seperti Gambar 2.5. Dari grafik terlihat bahwa kecepatan gerak mobil-mobilan setiap saat besarnya sama (tetap) sehingga untuk waktu yang sama ditempuh jarak yang sama pula. Dalam hal tersebut, dikatakan bahwa mobil-mobilan tersebut melakukan *gerak lurus beraturan*. Jadi **gerak lurus beraturan** adalah gerak suatu benda pada suatu lintasan lurus dengan kecepatan konstan (tetap). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$v = \frac{x}{t} \text{ atau } x = vt$$



Gambar 2.5 Potongan-potongan kertas setiap 10 ketukan
Sumber: Dokumen pribadi

..... (2.6)

keterangan :

v = kecepatan (m/s)

x = jarak yang ditempuh (m)

t = waktu (s)

Hubungan antara kecepatan (v) dan waktu (t) serta antara jarak (x) dan waktu (t) dapat digambarkan dengan grafik $v-t$ dan $x-t$, seperti pada gambar 2.6 dan 2.7.

Dari grafik $v - t$ (Gambar 2.6), tampak bahwa kecepatan selalu tetap, tidak tergantung oleh waktu sehingga grafiknya berupa garis lurus yang sejajar dengan sumbu t . Dari persamaan 2.6, jarak pada diagram $v - t$ adalah luas yang diarsir.

Dari grafik $x - t$ (Gambar 2.7), tampak bahwa jarak yang ditempuh benda berbanding lurus dengan waktunya sehingga berupa garis lurus condong ke atas.

Karena GLB kecepatannya tetap, maka kecepatan rata-rata sama dengan kecepatan sesaat. Untuk kedudukan awal $x = x_0$ pada saat $t_0 = 0$, maka $\Delta x = x_t - x_0$ dan $\Delta t = t - t_0 = t - 0 = t$. Oleh karena itu, persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut:

$$\Delta x = v \cdot \Delta t$$

$$x_t - x_0 = v \cdot t$$

$$x_t = x_0 + v \cdot t \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

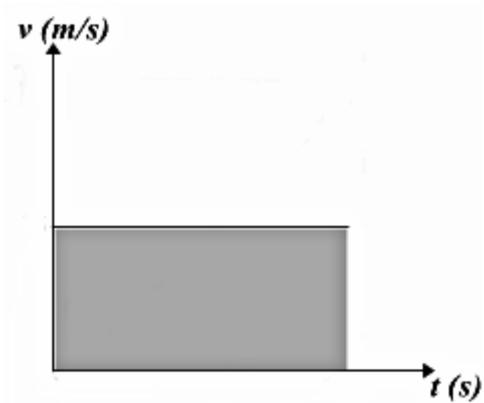
keterangan:

x_t = posisi benda saat t (m)

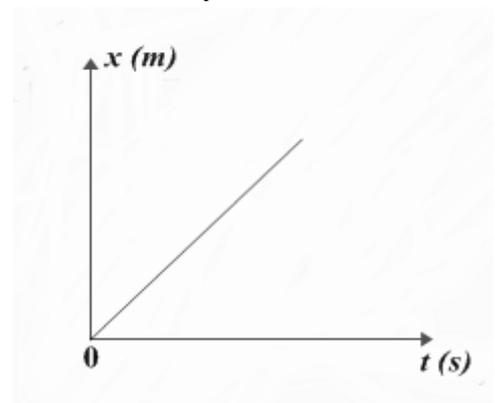
x_0 = posisi awal benda (m)

v = kecepatan (m/s)

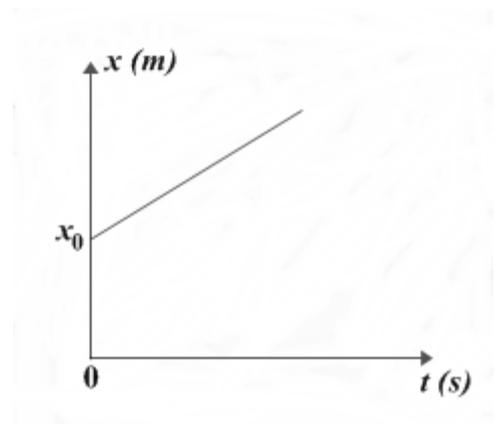
t = waktu (s)



Gambar 2.6 Grafik $v - t$
Sumber: dokumen pribadi



Gambar 2.7 Grafik $x - t$
Sumber: dokumen pribadi



Gambar 2.8 Grafik $x - t$ untuk $x_0 \neq 0$
Sumber: dokumen pribadi

Contoh Soal 2.4

1. Icha lari pagi pada lintasan lurus dan menempuh jarak 20 m dalam 10 s. Tentukan kecepatan dan waktu yang diperlukan Icha untuk menempuh jarak 10 m!

Penyelesaian:

Diketahui: $\Delta x = 20$ m

$$\Delta t = 10 \text{ s}$$

Ditanyakan: $v = \dots?$

$$t = \dots? \text{ (jika } \Delta x = 10 \text{ m)}$$

Jawab:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20}{10} = 2 \text{ m/s}$$

$$\Delta x = v \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{10}{2} = 5 \text{ s}$$

2. Bus rombongan pengajian bergerak dari Pekalongan menuju Bojonegoro melewati jalan tol Jatingaleh. Pada jarak 10 km dari pintu tol bus bergerak dengan kecepatan tetap 90 km/jam selama 15 menit. Hitung posisi bus setelah bergerak 15 menit. Hitung juga jarak yang ditempuh bus selama 15 menit! Gambarkan grafik $v - t$!

Penyelesaian:

Diketahui: $x_0 = 10 \text{ km} = 10.000 \text{ m}$

$$v = 90 \text{ km/jam} = 25 \text{ m/s}$$

$$t = 15 \text{ menit} = 900 \text{ s}$$

ditanyakan: $x_t = \dots?$ (setelah 15 menit)

$$\text{jarak} = \dots?$$

jawab:

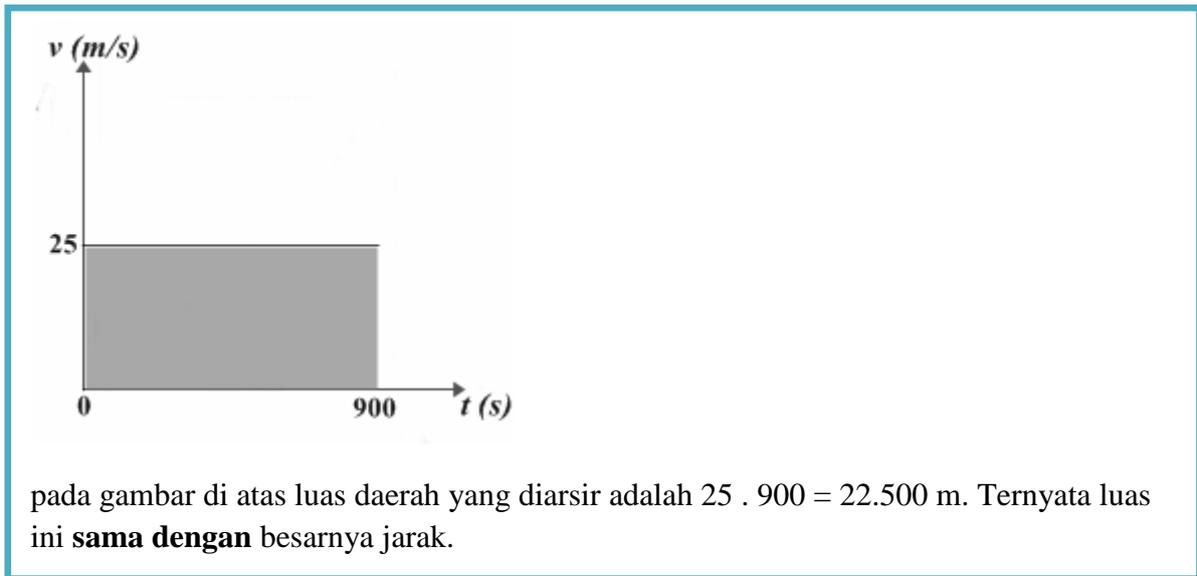
$$x_t = x_0 + v \cdot t$$

$$= 10.000 + 25 \cdot 900$$

$$= 32.500 \text{ m}$$

$$\text{jarak} = v \cdot t$$

$$= 25 \cdot 900 = 22.500 \text{ m}$$



E. GERAK LURUS BERUBAH BERATURAN (GLBB)

Gerak benda yang lintasannya dan kecepatannya berubah setiap saat secara beraturan (percepatannya konstan), maka gerak tersebut dinamakan **Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)**.

Jika perubahan kecepatannya semakin lama semakin cepat maka dikatakan gerak benda dipercepat (gerak lurus dipercepat beraturan). Sebaliknya jika kecepatan benda semakin lama semakin lambat hingga berhenti maka gerak benda diperlambat (gerak lurus diperlambat beraturan). Dalam hal ini istilah percepatan tetap kita gunakan untuk perlambatan hanya saja nilainya negatif. Contoh GLBB dalam kehidupan sehari-hari terdapat pada buah yang jatuh dari tangkainya.

1. Gerak Lurus Dipercepat Beraturan

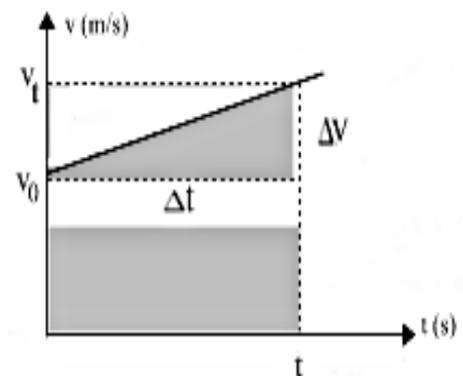
Gerak lurus dipercepat beraturan adalah gerak yang lintasannya lurus dan kecepatannya setiap saat berubah.

Karena perubahan kecepatan tiap satuan waktu disebut percepatan maka gerak lurus dipercepat beraturan dapat dinyatakan sebagai gerak yang lintasannya lurus dan percepatannya selalu tetap. Percepatan dirumuskan dengan $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. Sedangkan pada Gambar 2.9 Tampak bahwa $\Delta v = v_t - v_0$ dan $\Delta t = t - 0 = t$. Maka

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \frac{v_t - v_0}{t}$$

$$a t = v_t - v_0$$



Gambar 2.9 Grafik $v-t$ pada gerak lurus dipercepat beraturan
Sumber: dokumen pribadi

Jadi $v_t = v_0 + a t$ (2.8)

keterangan:

v_t = kecepatan pada saat t (m/s)

v_0 = kecepatan awal (m/s)

a = percepatan (m/s^2)

t = waktu (s)

Pada gerak lurus dipercepat beraturan, besarnya perpindahan benda sama dengan jarak yang ditempuh benda. Berdasarkan Gambar 2.9 besarnya perpindahan (jarak) benda sama dengan luas bidang yang dibatasi oleh garis grafik dengan sumbu t , sama dengan luas bidang arsiran yang berbentuk trapesium.

Δx = luas trapesium

= jumlah sisi sejajar x $\frac{1}{2}$ tinggi

Karena jumlah sisi sejajar $v_0 + v_t$ sedangkan tingginya t , maka

$$\Delta x = (v_0 + v_t) \frac{1}{2} t$$

$$= \{v_0 + (v_0 + at)\} \frac{1}{2} t$$

$$= (2v_0 + at) \frac{1}{2} t$$

$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ (2.9)

Jarak atau besarnya perpindahan adalah posisi saat t dikurangi posisi benda mula-mula, atau $\Delta x = x_t - x_0$. persamaan 2.9 di atas dapat ditulis:

$$x_t - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$x_t = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ (2.10)

keterangan:

x_t = posisi benda saat t (m)

x_0 = posisi awal benda (m)

v_0 = kecepatan awal (m/s)

a = percepatan (m/s^2)

t = waktu (s)

jika posisi awal benda adalah nol maka $x_0 = 0$, sehingga persamaannya 2.10 menjadi:

$x_t = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ (2.11)

dalam menyelesaikan soal, kadang kita ingin menghilangkan variabel waktu (t). Hal itu dapat dilakukan dengan cara menghubungkan persamaan 2.8 dan 2.9 terlebih dahulu.

Persamaan 2.8 dapat diubah menjadi:

$$t = \frac{v_t - v_0}{a} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dari nilai t pada persamaan 2.12, lalu substitusikan kepersamaan 2.9 sehingga diperoleh:

$$\Delta x = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a} \dots\dots\dots (2.13 (a))$$

Atau

$$v_t^2 = v_0^2 + 2a \Delta x \dots\dots\dots (2.13 (b))$$

2. Gerak lurus Diperlambat Beraturan

Jika percepatan gerak lurus berubah beraturan bernilai negatif maka gerak semacam itu disebut gerak lurus diperlambat beraturan. Jadi gerak lurus diperlambat beraturan adalah gerak yang lintasannya berupa garis lurus dan kecepatannya setiap saat setiap saat selalu berkurang secara tetap.

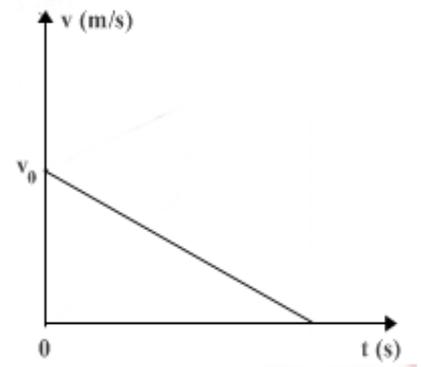
Dengan demikian persamaan umum gerak lurus diperlambat beraturan adalah

$$v_t = v_0 - a t \dots\dots\dots (2.14)$$

$$\Delta x = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2 \dots\dots\dots (2.15)$$

$$v_t^2 = v_0^2 - 2 a \Delta x \dots\dots\dots (2.16)$$

Grafik $v-t$ untuk gerak lurus diperlambat beraturan seperti Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Grafik $v-t$ gerak lurus diperlambat beraturan
Sumber: dokumen pribadi

Tabel 2.1

Rumus-Rumus untuk Gerak Lurus Berubah Beraturan

di percepat	di perlambat
$\Delta x = \left(\frac{v_0+v_t}{2}\right) t$	$\Delta x = \left(\frac{v_0+v_t}{2}\right) t$
$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$	$\Delta x = v_0 t - \frac{1}{2} a t^2$
$v_t = v_0 + a t$	$v_t = v_0 - a t$
$v_t^2 = v_0^2 + 2 a \Delta x$	$v_t^2 = v_0^2 - 2 a \Delta x$

Contoh soal 2.5:

1. Pak Didik adalah guru fisika di MA Matholi'ul Huda. Pagi hari Pak Didik berangkat mengajar dengan mengendarai sepeda motor dengan kecepatan 54 km/jam. Karena ada seekor kucing yang lewat, motor tersebut direm mendadak dan berhenti setelah 2 sekon. Hitung jarak yang ditempuh motor tersebut selama pengereman!

Penyelesaian:

Diketahui: $v_0 = 54 \text{ km/jam} = 15 \text{ m/s}$

$$t = 2 \text{ s}$$

$$x_0 = 0; v_t = 0$$

Ditanyakan: $x_t = \dots?$

Jawab:

$$a = \frac{v_t - v_0}{t}$$

$$= \frac{0 - 15}{2}$$

$$= -0,75 \text{ m/s}^2$$

$$x_t = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$= 0 + 15 \cdot 2 + \frac{1}{2} (-0,75) \cdot 2^2$$

$$= 30 - 15$$

$$= 15 \text{ m}$$

Jadi, jarak yang ditempuh motor selama pengereman adalah 15 m.

2. Seorang sopir mengendarai bus rombongan ziarah Walisongo dengan kecepatan 72 km/jam. Karena sudah dekat lampu merah ia memperlambat bus tersebut. Jika jarak bus dan lampu lalu lintas itu 100 m, berapa perlambatan yang harus diberikan agar ia dapat tepat berhenti di depan lalu lintas tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui: $v_0 = 72 \text{ km/jam} = 20 \text{ m/s}$

$$x_0 = 0$$

$$v_t = 0$$

$$x_t = 100 \text{ m}$$

Ditanyakan: $a = \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned} a &= \frac{v_0^2 - v_t^2}{2 \Delta x} \\ &= \frac{200^2 - 0^2}{2 (100)} \\ &= \frac{400}{200} \\ &= 2 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Jadi, perlambatannya adalah 2 m/s^2

F. GERAK JATUH BEBAS

Pada saat kita menjatuhkan benda dari ketinggian tertentu, maka timbul pertanyaan, apakah kelajuannya tetap atau dipercepat, apakah jaraknya bergantung pada bentuk, ukuran atau warnanya? Filsif Yunani yang bernama *Aristoteles* menjawab pertanyaan-pertanyaan semacam ini berdasarkan prinsip setiap jenis benda atau zat mempunyai tempat alami, di mana ia berada dan kemana ia pergi. Jadi, api secara alami akan naik ke atas ke arah matahari dan bintang. Batu adalah benda bumi dan ia akan jatuh ke asalnya di bumi. Batu yang besar akan lebih membumi daripada batu yang kecil, sehingga batu besar akan jatuh lebih cepat.

Lebih dari 2000 tahun, tak seorang pun merasa perlu melakukan eksperimen untuk mendapatkan informasi tentang kesemestaan fisika, sampai *Galileo* (1564-1642) melakukan revolusi di bidang sains dengan melakukan eksperimen. Apa yang ditemukan oleh Galileo, sebagai hasil pengukuran yang teliti, adalah bahwa “*semua benda yang jatuh bebas mempunyai percepatan yang sama pada tempat yang sama di dekat permukaan bumi*”. Percepatan ini disebut *percepatan gravitasi* dan disimbolkan dengan huruf g , yang memiliki nilai berbeda di tempat berbeda. Namun rata-rata g di atas permukaan laut adalah $9,81 \text{ m/s}^2$. Nilai g di kutub adalah $9,83 \text{ m/s}^2$ dan di ekuator yaitu $9,78 \text{ m/s}^2$. Nilai ini masih lebih kecil dibandingkan nilai g di puncak Mount Everest. Dalam buku ini, kita menggunakan nilai $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, kecuali ada penjelasan lain.

Kesimpulan Galileo bahwa semua benda jatuh dengan percepatan yang sama dan konstan merupakan *idealisasi realitas*. Dalam kenyataannya percepatan yang dialami oleh suatu benda

dipengaruhi oleh lokasinya di bumi, ukuran dan bentuknya, massa jenisnya dan keadaan udara. Sebagai contoh, sebuah batu jatuh lebih cepat daripada bulu ketika di udara karena pengaruh gaya apung dan hambatan udara. Dalam ruang hampa, batu dan bulu jatuh dengan percepatan yang sama.

Gerak jatuh bebas adalah gerak lurus berubah beraturan yang memiliki kecepatan awal $v_0 = 0$ dan $a = g$. Dengan demikian, kita dapat menerapkan rumus gerak lurus berubah beraturan pada benda yang bergerak jatuh bebas. Perlu diingat bahwa arah percepatan gravitasi g adalah selalu ke bawah, tidak peduli apakah kita berhubungan dengan benda yang jatuh atau benda yang mula-mula dilempar ke atas.

Kelajuan benda ketika mencapai bumi pada gerak jatuh bebas sama dengan kelajuan yang diperlukan untuk melempar benda tersebut dari bumi ke ketinggian h yang sama. Untuk membuktikan pernyataan ini, marilah kita menggunakan rumus:

$$v_t^2 = v_0^2 + 2 a \Delta x \quad \dots\dots\dots (2.17)$$

Dengan menggantikan Δx dengan h , di peroleh

$$v_t^2 = v_0^2 + 2 a h \quad \dots\dots\dots (2.18)$$

keterangan:

v_t = kecepatan pada saat t (m/s)

v_0 = kecepatan awal (m/s)

a = percepatan (m/s^2)

h = ketinggian benda (m)

Ketika benda dijatuhkan, maka $v_0 = 0$ dan $a = g$, sehingga

$$v_t^2 = 2 g h \quad \dots\dots\dots (2.19 (a))$$

Atau

$$v_t = \sqrt{2 gh} \quad \dots\dots\dots (2.19 (b))$$

keterangan:

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

Sedangkan untuk benda yang dilempar ke atas dengan kecepatan awal v_0 untuk mencapai ketinggian h , maka $a = -g$ dan $v_t = 0$, sehingga:

$$0 = v_0^2 + 2(-g)h$$

$$0 = v_0^2 - 2gh$$

$$v_0^2 = 2gh$$

$$v_0 = \sqrt{2gh}$$

..... (2.20)

Tabel 2.2

Rumus-Rumus yang berlaku untuk Gerak Jatuh Bebas, Gerak Vertikal ke Atas, dan Gerak Vertikal ke Bawah

Gerak Jatuh Bebas	Gerak Vertikal ke Atas	Gerak Vertikal ke Bawah
$h = \frac{1}{2} v_t t$	$h = \left(\frac{v_0 + v_t}{2}\right) t$	$h = \left(\frac{v_0 + v_t}{2}\right) t$
$h = \frac{1}{2} g t^2$	$h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$	$h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$
$v_t = g t$	$v_t = v_0 - g t$	$v_t = v_0 + g t$
$v_t^2 = 2 g h$	$v_t^2 = v_0^2 - 2 g h$	$v_t^2 = v_0^2 + 2 g h$

Contoh soal 2.6:

1. Seorang atlet peloncat indah akan melakukan loncatan setinggi 8 m dari permukaan air kolam renang. Jika saat ia lepas dari papan tumpuan kelajuan ke bawahnya sebesar 6 m/s, tentukan kelajuannya saat akan menyentuh air. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Penyelesaian:

Diketahui: $v_0 = 6 \text{ m/s}$

$$h = 8 \text{ m}$$

Ditanyakan: $v_t = \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned}
 v_t^2 &= v_0^2 + 2 g h \\
 &= 6^2 + 2 \cdot 10 \cdot 8 \\
 &= 36 + 160 \\
 &= 196 \\
 v &= \sqrt{196} = 14 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

2. Ani merupakan gadis yang menyukai keindahan. Untuk memperindah rumahnya ia menghiasinya dengan tanaman hias. Salah satu tanaman hiasnya adalah sirih gading.

Sirih gading ini diletakkan di pot yang digantungkan di dinding rumah. Suatu ketika pot tersebut jatuh dari dinding rumah tersebut dengan ketinggian 5 m dari tanah tanpa kecepatan awal. Setelah berapa sekon pot jatuh ke tanah? ($g = 10 \text{ m/s}^2$).

Penyelesaian:

Diketahui: $v_0 = 0$

$$h = 5 \text{ m}$$

ditanyakan: $t = \dots?$

jawab:

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$5 = \frac{1}{2} (10) t^2$$

$$5 = 5 t^2$$

$$t^2 = 1$$

$$t = \sqrt{1} = 1 \text{ s}$$

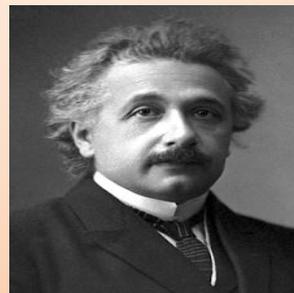
T O K O H
F I S I K A



Al-Kindi
(801 – 866)

Al-Kindi merupakan ilmuwan muslim yang mengungkapkan dasar-dasar teori relativitas sebelum Albert Einstein. Menurut Al-Kindi "waktu hanya muncul ketika ada gerakan, benda dengan gerakan, gerakan dengan benda. Jika ada gerakan maka pasti ada benda; jika ada benda pasti ada gerakan."

T O K O H
F I S I K A



Albert Einstein
(1879-1955)

Albert Einstein adalah seorang ahli fisika teori terbesar sepanjang abad 19, kelahiran Jerman. Ia dikenal dengan teori relativitas. Teori ini menyagkut gerak benda dalam medan gravitasi, yaitu interaksi oleh massa. Einstein juga mengemukakan teori relativitas umum.

RANGKUMAN

1. Suatu benda dikatakan bergerak apabila kedudukannya senantiasa berubah terhadap suatu titik acuan tertentu. gerak lurus adalah gerak benda yang lintasannya berupa garis lurus.
2. Jarak adalah panjang lintasan yang ditempuh benda dengan tidak memperhatikan arah. Perpindahan adalah perubahan kedudukan suatu benda dengan memperhatikan arah. Jarak termasuk besaran skalar sedangkan perpindahan adalah besaran vektor.

3. Rumus kelajuan rata-rata

$$\bar{v} = \frac{x}{t}$$

4. Rumus kecepatan rata-rata

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_1 - x_2}{t_1 - t_2}$$

5. Rumus percepatan rata-rata

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_2}{t_1 - t_2}$$

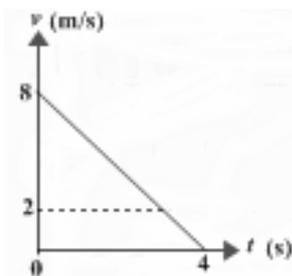
6. Gerak lurus beraturan adalah gerak suatu benda yang lintasannya berupa garis lurus dan kecepatannya konstan.
7. Gerak lurus berubah beraturan adalah gerak suatu benda yang lintasannya berupa garis lurus dan percepatannya konstan.
8. Gerak jatuh bebas adalah gerak suatu benda yang dijatuhkan dari suatu ketinggian tanpa kecepatan awal.

Uji Kompetensi

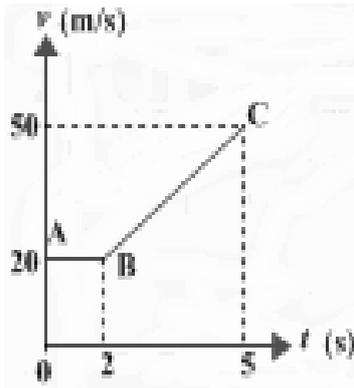
**A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat antara huruf A, B, C, D, atau E!
Kemudian tuliskan pada buku latihan Anda!**

1. Sebuah mobil sport dapat dipercepat dari keadaan diam sampai mencapai kecepatan 108 km per jam dalam waktu 6 sekon. Percepatan mobil tersebut adalah...
A. 4 m/s^2
B. 5 m/s^2
C. 6 m/s^2
D. 8 m/s^2
E. 12 m/s^2

2. Jika gerak suatu benda digambarkan seperti gambar di bawah, jarak yang di tempuh benda selama 4 sekon adalah....

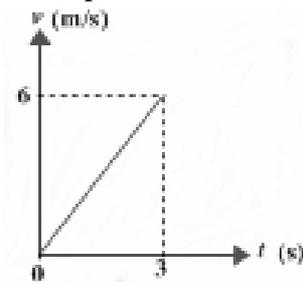


- A. 12 m
B. 14 m
C. 20 m
D. 24 m
E. 64 m
3. Hendra membawa mobil dengan kecepatan 36 km/jam karena ada nenek yang menyeberang, mobil direm mendadak sehingga terbentuk bekas di jalan sepanjang 20 m. Waktu pengereman yang dibutuhkan sampai berhenti sebesar...
A. 2 s
B. 4 s
C. 6 s
D. 8 s
E. 10 s
4. Berdasarkan grafik $v-t$ gerak suatu benda di bawah ini, jarak yang ditempuh A ke C adalah....



- A. 40 m
- B. 105 m
- C. 125 m
- D. 145 m
- E. 250 m

5. Gerak sebuah benda dinyatakan dengan grafik $v-t$ seperti grafik di bawah. Kecepatan benda pada saat $t = 20$ adalah....

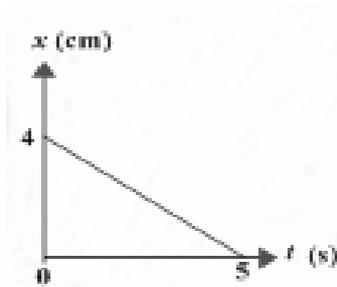


- A. 30 m/s
- B. 40 m/s
- C. 45 m/s
- D. 50 m/s
- E. 60 m/s

6. Sebuah kereta api dari keadaan diam dipercepat selama 4 menit dengan percepatan tetap, kemudian dengan kecepatan terakhir yang dicapai bergerak lurus beraturan selama 0.8 jam. jika jarak yang ditempuh seluruhnya 20 km, maka percepatan selama 4 menit adalah

- A. 5 km/jam^2
- B. 1 km/jam^2
- C. $0,55 \text{ km/jam}^2$
- D. $0,5 \text{ km/jam}^2$
- E. $0,1 \text{ km/jam}^2$

7. Grafik di bawah ini menunjukkan hubungan antara jarak yang ditempuh (x) dengan waktu (t) untuk suatu benda yang bergerak dalam suatu garis lurus.



Dari grafik terlihat bahwa:

- (1) Kecepatan benda - 4/5 cm/s
- (2) Percepatan benda sama dengan nol
- (3) Dalam selang waktu 2,5 s, benda menempuh jarak 2 cm
- (4) Kecepatan saat $t = 4$ s adalah - 4/5 cm/s

Pernyataan di atas yang benar adalah....

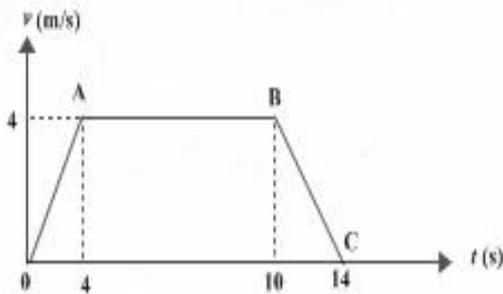
- A. (1), (2), dan (3)
 - B. (1) dan (3)
 - C. (2) dan (4)
 - D. (4) saja
 - E. Semua benar
8. Benda jatuh bebas dari ketinggian 3,2 meter di atas tanah. Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, maka kecepatan benda saat mengenai tanah adalah....
- A. 4 m/s
 - B. 6 m/s
 - C. 8 m/s
 - D. 10 m/s
 - E. 12 m/s
9. Ketika hujan turun, rumah Pak Bagus bocor karena ada genteng yang pecah. Pak Bagus akan mengganti genteng yang pecah tersebut dengan genteng yang baru. Pak Bagus naik ke atap dan meminta yudha untuk melempar genteng dan Pak Bagus yang menangkapnya. Genteng tersebut di lempar vertikal ke atas dengan kecepatan awal 30 m/s. Pada saat kecepatannya 20 m/s genteng tersebut berada pada ketinggian
- A. 6,25 m
 - B. 12,5 m
 - C. 25 m
 - D. 31,25 m
 - E. 37,5 m
10. Sebuah bola dijatuhkan dari atap sebuah bangunan tanpa kecepatan awal. seorang pengamat berdiri di pinggir jendela yang tingginya 1 m mencatat bahwa bola tersebut membutuhkan waktu 1/8 sekon untuk jatuh dari ujung atas jendela ke ujung bawah. Bola itu terus jatuh dan menumbuk lantai serta dipantulkan sempurna. Setelah 2 sekon melewati

ujung bawah jendela ini, bola terlihat kembali di ujung bawah jendela. Tinggi bangunan tersebut adalah...

- A. 15,14 m
- B. 16 m
- C. 17,34 m
- D. 19,78 m
- E. 20 m

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan tepat pada buku latihan Anda!

1. Amsir akan menjenguk temannya yang sakit di rumah sakit. Amsir pergi dengan mengendarai sepeda motor yang bergerak dengan kecepatan 72 km/jam. Karena rumah sakit sudah dekat, ia melakukan pengereman sehingga berhenti tepat di depan rumah sakit setelah menempuh jarak 4 m. Hitunglah:
 - a. Percepatan sepeda motor.
 - b. Waktu yang diperlukan dalam pengereman.
2. Sebuah benda bergerak dari keadaan diam menurut grafik $v-t$, seperti gambar berikut.



- a. Jelaskan analisis gerak dari O sampai C pada grafik!
 - b. Hitunglah jarak total yang ditempuh benda dengan cara menggunakan rumus dan dengan perhitungan luas di bawah kurva!
3. Pak Burhan dan keluarga akan bersilaturahmi ke rumah saudara mereka di Jakarta. Pak Burhan dan keluarga berangkat dari Bogor dengan mengendarai mobil. Untuk menghindari macet, Pak Burhan memilih lewat jalan tol Jagorawi. Dari pintu gerbang tol mobil tersebut dipercepat dan setelah mencapai jarak 10 km kecepatannya menjadi 90 km/jam. Kecepatan ini dipertahankan terus selama 15 menit. Setelah itu mobil diperlambat dan berhenti dalam 5 menit. Hitung berapa jarak yang ditempuh mobil itu! Anggap percepatan dan perlambatan konstan. Hitung juga berapa waktu yang diperlukan untuk melakukan perjalanan itu!
4. Sebuah pensil jatuh bebas dari atas meja yang tingginya 1,25 m di atas tanah. Jika $g = 10 \text{ m/s}^2$, Hitunglah:

- a. Waktu yang diperlukan bola untuk sampai ke tanah.
 - b. Kecepatan bola saat menyentuh tanah.
5. Sebuah mobil sedang berhenti di lampu merah. Ketika lampu hijau menyala, sebuah truk melewati mobil dengan kecepatan 15 m/s. Pada saat yang sama, mobil memulai gerakan dengan percepatan $1,5 \text{ m/s}^2$. Ketika mencapai kecepatan 25 m/s, mobil melanjutkan gerakan dengan kecepatan ini. Kapan mobil akan menyusul truk? Berapa jauh jarak yang ditempuh saat mobil menyusul truk?

BAB III

GERAK MELINGKAR



Sumber: dinikamekame.blogspot.com

Standar Kompetensi

Menerapkan konsep dan prinsip dasar kinematika dan dinamika benda titik.

Kompetensi Dasar

1. Menganalisis besaran fisika pada gerak melingkar dengan laju konstan.

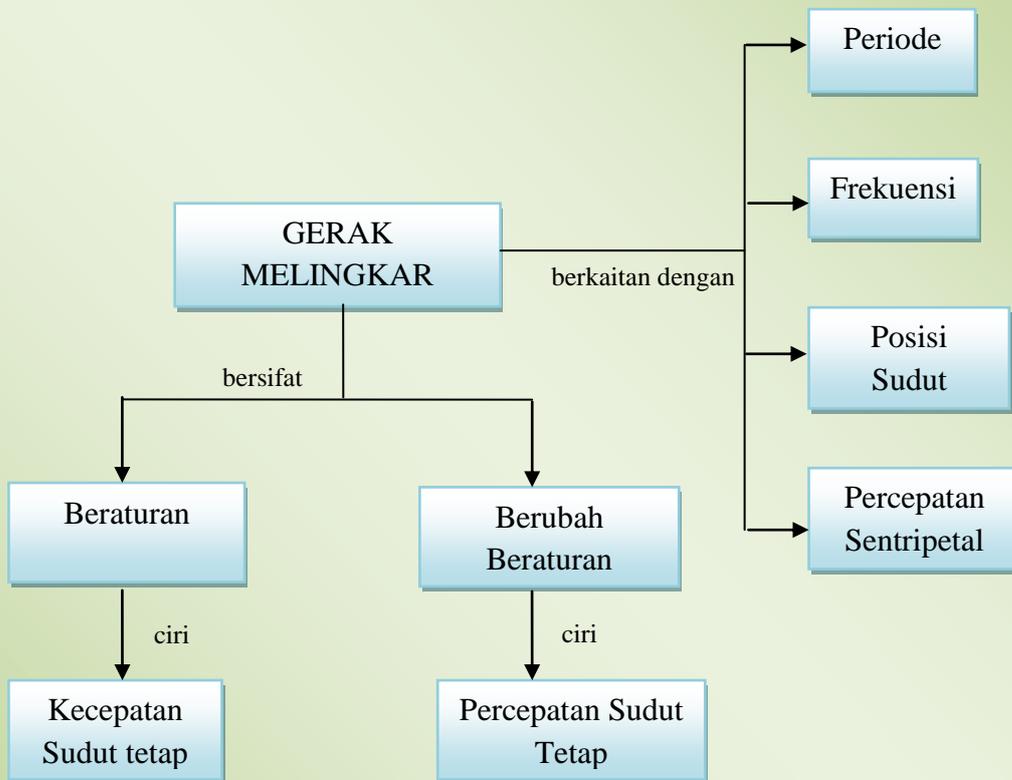
Indikator Pembelajaran

1. Mengidentifikasi besaran frekuensi, periode, dan sudut tempuh yang terdapat pada gerak melingkar dengan laju konstan.
2. Menerapkan prinsip roda-roda yang saling berhubungan secara kualitatif.
3. Menganalisis besaran yang berhubungan antara gerak linear dan gerak melingkar pada gerak menggelinding dengan laju konstan.
4. Memiliki pengetahuan dan pemahaman baru tentang hubungan fisika, Al-Qur'an dan nilai-nilai agama.

Tujuan Pembelajaran

1. Mampu mengidentifikasi besaran frekuensi, periode, dan sudut tempuh yang terdapat pada gerak melingkar dengan laju konstan.
2. Mampu menerapkan prinsip roda-roda yang saling berhubungan secara kualitatif.
3. Mampu Menganalisis besaran yang berhubungan antara gerak linear dan gerak melingkar pada gerak menggelinding dengan laju konstan.
4. Memiliki pengetahuan dan pemahaman baru tentang hubungan fisika, Al-Qur'an dan nilai-nilai agama.

Peta Konsep



Apersepsi

Apa rahasia dari gerak melingkar? Jika kita semua mau merenung dan berpikir tentang gerakan alam semesta, niscaya akan bertanya-tanya apa rahasianya Allah menciptakan semua gerakan sebuah sistem cenderung untuk melingkar berotasi pada suatu titik acuan? Kita ambil contoh yang terkecil seperti gerak elektron mengelilingi inti sampai contoh yang besar yaitu perputaran planet-planet dan bintang semuanya mempunyai titik acuan yang dijadikan pusat rotasinya. Perputaran planet-planet dan bintang-bintang telah di jelaskan dalam Al-Qur'an surat Yasin ayat 40:



لَا الشَّمْسُ يَنْبَغِي لَهَا أَنْ تُدْرِكَ الْقَمَرَ وَلَا اللَّيْلُ سَابِقُ النَّهَارِ ۚ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴿٤٠﴾

Artinya: “ tidaklah mungkin bagi matahari mendapatkan bulan dan malampun tidak dapat mendahului siang. dan masing-masing beredar pada garis edarnya”. (QS. Yasin: 40)

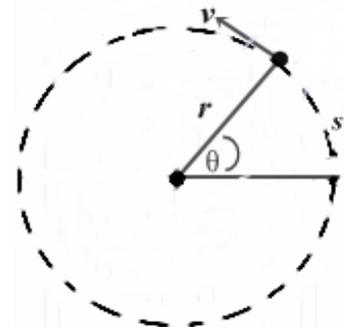
Pada tafsir nalar ayat-ayat semesta, surat yasin ayat 40 ini menjelaskan bahwa bumi harus berotasi. Bila tidak berotasi, kandungan surat yasin ayat 40 tersebut bertentangan dengan fenomena bulan sabit yang semakin tinggi di ufuk barat setelah bulan baru. Surat yasin ayat 40 mengatakan bahwa tidak mungkin matahari mendahului bulan. Artinya bulan lebih cepat daripada matahari.

Jika objek yang ditinjau hanya bumi, bulan dan matahari, kedua lintasan tersebut adalah identik. Pola pertama, bumi dijadikan acuan, bulan dan matahari bergerak mengelilinginya. Pola kedua, matahari sebagai acuan yang diam, bumi dan bulan bergerak mengelilinginya.

Pada konsep fisika, gerak melingkar adalah gerak suatu benda pada lintasan yang berbentuk lingkaran. Dalam bab ini kita akan mempelajari bagaimana menganalisis gerak melingkar dan kita hubungkan dengan gerak lurus/linear yang telah kita pelajari pada bab sebelumnya. Gerak melingkar dalam kehidupan sehari-hari contohnya gerak roda, kipas angin, *compact disk*, dan lain-lain.

A. BESARAN-BESARAN DALAM GERAK MELINGKAR

Gambar 3.2 menunjukkan suatu benda yang sedang bergerak melingkar. Arah kecepatan linear v benda pada suatu titik adalah searah dengan garis singgung lingkaran pada titik tersebut. Jadi pada gerak melingkar beraturan vektor kecepatan linear benda tidak tetap (karena arahnya berubah), sedangkan kelajuan linearnya (besarnya kecepatan linear) tetap.



Gambar 3.2 Benda bergerak melingkar

Sumber: dokumen pribadi

Pada selang waktu tertentu, benda menempuh lintasan sepanjang busur s yang sebanding dengan sudut pusat θ . Untuk membahas gerak melingkar secara detail, maka kita perlu memahami lebih dulu besaran-besaran yang terkait dengan gerak melingkar, antara lain: periode, frekuensi, posisi sudut, kecepatan sudut, percepatan sudut, dan percepatan sentripetal.

1. Periode dan Frekuensi

Gerak melingkar beraturan merupakan gerak periodik, yaitu pada selang waktu tertentu suatu benda yang bergerak melingkar beraturan akan kembali ke posisi semula. Selang waktu tersebut menyatakan periode gerak suatu benda. jadi **periode** adalah waktu yang diperlukan benda untuk menempuh lintasan satu lingkaran penuh (satu putaran). Satuan SI periode adalah sekon (s). Sedangkan **frekuensi** adalah banyaknya putaran yang dilakukan benda dalam setiap satuan waktu. Satuan SI frekuensi adalah Hertz (Hz). Periode dan frekuensi dapat dinyatakan dengan rumus:

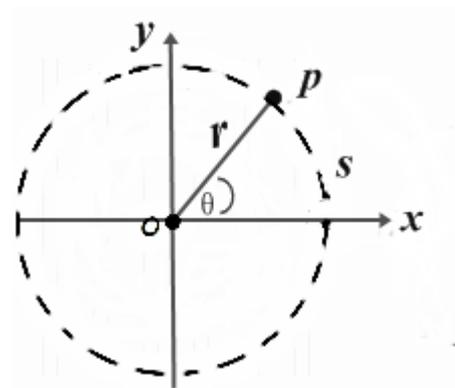
$$T = \frac{t}{n} \text{ dan } f = \frac{n}{t} \text{ sehingga } T = \frac{1}{f} \dots\dots\dots (3.1)$$

keterangan:

- n = banyaknya putaran
- t = waktu (s)
- T = periode (s)
- f = frekuensi (Hz)

2. Posisi Sudut

Kita telah mempelajari bahwa posisi suatu benda atau partikel dalam suatu bidang dapat dinyatakan dalam koordinat kartesius (x,y) . Sekarang tinjau sebuah benda tegar (benda yang bentuk dan ukurannya tetap selama bergerak) yang berotasi pada bidang xy terhadap sumbu tetap O dan tegak lurus bidang gambar.



Gambar 3.3 Gerak rotasi benda tegar

Sumber: dokumen pribadi

Apabila kita hanya meninjau sebuah partikel benda tegar dititik P yang berjarak tetap r dari titik pusat O , maka kita dapat menyatakan posisi titik P setiap saat pada koordinat kartesius (x,y) . Akan tetapi, ada cara lain yang lebih mudah untuk menyatakan posisi titik P , yaitu dengan koordinat polar (r,θ) dimana selama berputar hanya θ yang berubah. Besaran θ inilah yang disebut **posisi sudut** yang diukur terhadap sumbu x berputar berlawanan arah dengan gerak jarum jam.

Berdasarkan rumus trigonometri dan Phytagoras dapat dinyatakan hubungan antara koordinat kartesius (x,y) dan koordinat polar (r,θ) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} x &= r \cos \theta \\ y &= r \sin \theta \\ r &= \sqrt{x^2 + y^2} \\ \tan \theta &= \frac{y}{x} \end{aligned}$$

posisi sudut θ dari suatu partikel yang bergerak sepanjang busur lingkaran sebesar s yang berjarak r dari sumbu putarnya memenuhi hubungan:

$$\theta = \frac{s}{r} \dots\dots\dots (3.2)$$

di mana θ dalam radian (rad). Apabila partikel menempuh satu putaran penuh, berarti lintasan s sama dengan keliling lingkaran, sehingga berdasarkan persamaan (3.2) diperoleh:

$$\theta = \frac{s}{r} = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi \text{ rad}$$

Mengingat bahwa besar sudut dalam satu putaran penuh adalah 360° , maka diperoleh hubungan antara radian dan dan derajat sebagai berikut:

$$\begin{aligned} 2\pi \text{ rad} &= 360^\circ \\ 1 \text{ rad} &= \frac{360^\circ}{2\pi} = 57,3^\circ \end{aligned}$$

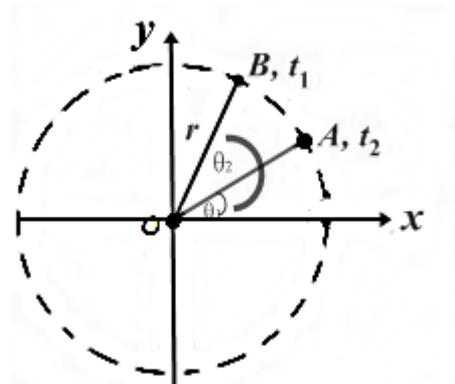
3. Kecepatan Sudut

Kita perhatikan lagi gerakan partikel pada benda tegar , misalkan pada waktu t_1 partikel di titik A dengan posisi sudut θ_1 dan pada waktu t_2 partikel di titik B dengan posisi sudut θ_2 , maka bisa kita tentukan perpindahan posisi sudut ($\Delta\theta$) dari titik A ke titik B .

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

Dari besaran-besaran di atas, maka kita bisa tentukan kecepatan sudut rata-rata, yaitu perbandingan dari perpindahan posisi sudut dengan interval waktu Δt .

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \dots\dots\dots (3.3)$$



Gambar 3.4 Benda bergerak melingkar menempuh perpindahan sudut

Sumber:dokumen pribadi

keterangan:

$\bar{\omega}$ = kecepatan sudut rata-rata (rad/s)

$\Delta\theta$ = perpindahan posisi sudut (rad)

Δt = selang waktu (s)

Dari persamaan 3.3, bisa kita tentukan *kecepatan sudut sesaat*, yaitu limit perbandingan perpindahan posisi sudut dengan selang waktu, dimana Δt mendekati nol.

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta}{t} \dots\dots\dots (3.4)$$

keterangan, ω = kecepatan sudut sesaat (rad/s)

perlu diperhatikan, bahwa satuan kecepatan sudut kadang-kadang tidak memakai rad/s, akan tetapi dalam bentuk *rpm* (putaran per menit) atau *rps* (putaran per sekon).

$$1 \text{ rpm} = \frac{2\pi}{60} = \frac{\pi}{30} \text{ rad/s}$$
$$1 \text{ rps} = 2\pi \text{ rad/s}$$

4. Percepatan Sudut

Jika percepatan sudut sesaat berubah dari ω_1 ke ω_2 selama selang waktu Δt , maka benda memiliki percepatan sudut. *Percepatatan sudut rata-rata* benda selama berotasi dapat ditentukan melalui perbandingan perubahan kecepatan sudut ($\Delta\omega$) dengan selang waktu perubahan.

$$\bar{\alpha} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\Delta t} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \dots\dots\dots (3.5)$$

keterangan:

$\bar{\alpha}$ = percepatan sudut rata-rata (rad/s²)

$\Delta\omega$ = perubahan kecepatan sudut (rad/s)

Δt = selang waktu (s)

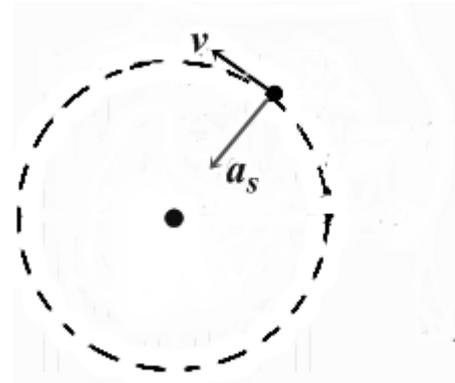
Dari persamaan 3.5, bisa kita tentukan *percepatan sudut sesaat*, yaitu limit perbandingan perubahan kecepatan sudut dengan selang waktu, dimana Δt mendekati nol.

$$\alpha = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega}{t} \dots\dots\dots (3.6)$$

Catatan, α bernilai positif jika arah putaran benda berlawanan dengan jarum jam.

5. Percepatan Sentripetal

Perhatikan suatu benda yang menempuh lintasan melingkar (Gambar 3.5). Karena kelajuannya konstan, maka benda tidak mempunyai komponen percepatan sepanjang arah gerak benda atau bisa dikatakan percepatan tangensialnya sama dengan nol. Akan tetapi, arah vektor kecepatan benda berubah, sehingga harus ada komponen percepatan yang tegak lurus dengan arah vektor kecepatan menuju pusat lingkaran. Percepatan ini disebut **percepatan sentripetal**.

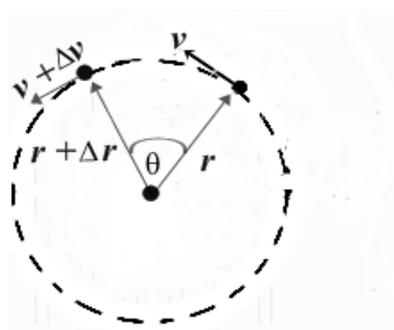


Gambar 3.5 benda yang bergerak melingkar mengalami percepatan yang arahnya menuju ke pusat lingkaran

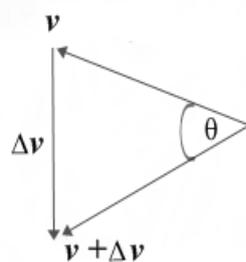
Sumber: dokumen pribadi

Sekarang, marilah kita mengembangkan suatu perumusan untuk percepatan sentripetal tersebut. Pada Gambar 3.6, v adalah kecepatan benda pada titik tertentu, dan $v + \Delta v$ adalah kecepatan benda setelah selang waktu singkat Δt . Perubahan kecepatan Δv yang terjadi dalam selang waktu singkat Δt menuju pusat lingkaran. Percepatan sesaat adalah perbandingan $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ yang dihitung ketika Δt mendekati nol. Jadi, percepatan sentripetal a_s searah dengan Δv atau menuju pusat lingkaran.

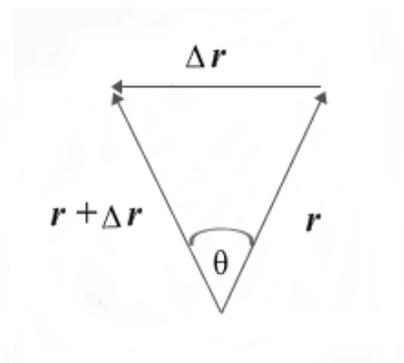
Besar percepatan sentripetal a_s dapat dihitung dengan bantuan dua segitiga pada Gambar 3.6. benda bergerak sepanjang lingkaran sehingga kecepatannya selalu menyinggung lingkaran atau tegak lurus terhadap jari-jari. Jadi v tegak lurus r . Setelah selang waktu singkat Δt , vektor kecepatan $v + \Delta v$ tegak lurus terhadap vektor posisi $r + \Delta r$. Karena keadaan tersebut tetap tegak lurus, maka vektor kecepatan dan vektor posisi berputar dengan sudut yang sama. Oleh karena itu, sudut θ pada kedua segitiga adalah sama. Karena kedua segitiga tersebut sama kaki pada sudut θ yang sama, maka kedua segitiga tersebut sebangun, sehingga sisi-sisinya sebanding.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.6 vektor kecepatan v dan vektor posisi r pada gerak melingkar beraturan berputar dengan laju yang sama, sehingga sudut θ pada segitiga (b) sama dengan pada segitiga (c)

Sumber: dokumen pribadi

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta r}{r}$$

Jika kedua ruas dibagi dengan Δt , diperoleh

$$\frac{1}{v} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1}{r} \frac{\Delta r}{\Delta t}$$

Untuk $\Delta t \rightarrow 0$, maka $\frac{\Delta v}{\Delta t} = a_s$ dan $\frac{\Delta r}{\Delta t} = v$, sehingga

$$\frac{a_s}{v} = \frac{v}{r}$$

$$a_s = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r = \frac{4\pi^2}{T^2} r = 4\pi^2 f^2 r$$

..... (3.7)

Keterangan:

a_s = percepatan sentripetal (m/s^2)

v = kelajuan linear (m/s)

r = jari-jari lingkaran (m)

Contoh soal 3.1

1. Andi lari pagi mengelilingi alun-alun Pati yang berjari-jari 40 m dan melakukan 3 putaran selama 30 menit, maka tentukan:

- a. Periode
- b. Frekuensi

Penyelesaian:

Diketahui: $r = 20 \text{ m}$

$n = 3$ putaran

$t = 30 \text{ menit} = 1800 \text{ s}$

ditanyakan: a. $T = \dots?$

b. $f = \dots?$

jawab:

$$\begin{aligned} \text{a. } T &= \frac{t}{n} \\ &= \frac{1800}{3} \\ &= 600 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } f &= \frac{1}{T} \\ &= \frac{1}{600} \text{ Hz} \end{aligned}$$

2. Posisi sudut titik pada roda dinyatakan oleh $\theta = (4 + 2 t^2)$ rad dengan t dalam sekon. Tentukanlah:
- Posisi sudut titik tersebut pada $t = 2$ s
 - Kecepatan sudut rata-rata dalam selang waktu $t = 0$ hingga $t = 2$ s

Penyelesaian:

- a. Posisi sudut:

$$\theta = (4 + 2 t^2)$$

$$t = 2 \text{ s} \rightarrow \theta = 4 + 2 (2^2) = 12 \text{ rad}$$

- b. Kecepatan sudut rata-rata:

$$t = 0 \rightarrow \theta = 4 + 2 (0^2) = 4 \text{ rad}$$

$$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$= \frac{12-4}{2-0}$$

$$= \frac{8}{2}$$

$$= 4 \text{ rad/s}$$

3. Setiap benda langit akan beredar pada garis edarnya sesuai ketentuan Allah SWT. Semuanya mengelilingi pusat lintasannya masing-masing seperti halnya bulan mengorbit bumi dengan periode $T = 27,3$ hari. Jika jarak bulan 384.000 km dari pusat bumi (r), maka hitunglah percepatan sentripetal yang dialami bulan!

Penyelesaian:

Diketahui: $T = 27,3 \text{ hari} = 2,36 \times 10^6 \text{ s}$

$$r = 384.000 \text{ km} = 3,84 \times 10^8 \text{ m}$$

ditanyakan: $a_s = \dots?$

jawab:

$$a_s = \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

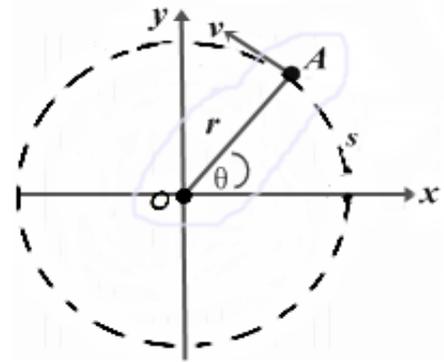
$$= \frac{(4 \times (3,14)^2 \times 3,84 \times 10^8)}{(2,36 \times 10^6)^2}$$

$$= 0,00272 \text{ m/s}^2 = 2,72 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$$

jadi, percepatan sentripetal yang dialami bulan adalah $2,72 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$

B. HUBUNGAN ANTARA BESARAN TRANSLASI DAN ROTASI

Untuk lebih memudahkan pembahasan hubungan antara besaran translasi dan rotasi, maka kita perlu memperhatikan sebuah partikel pada benda tegar yang berotasi pada sumbu tetap.



Gambar 3.7 Partikel benda yang berotasi memiliki kecepatan linear v .

Sumber: dokumen pribadi

1. Perpindahan Linear dan Perpindahan Sudut

Hubungan antara perpindahan linear partikel di titik A sepanjang lintasan lingkaran (s) dengan perpindahan sudut (θ), dinyatakan dengan persamaan:

$$s = r \theta$$

..... (3.8)

2. Kecepatan Linear dan Kecepatan Sudut

Setiap partikel yang berotasi memiliki kecepatan linear v . Seperti pada Gambar 3.7, partikel di titik A bergerak melingkar dengan vektor kecepatan linearnya selalu tegak lurus terhadap jari-jari lingkaran, sehingga kecepatan linear disebut juga *kecepatan tangensial*. Hubungan antara kecepatan linear (v) partikel dengan kecepatan sudutnya (ω) dapat ditulis:

$$v = r \omega$$

..... (3.9)

Persamaan (3.9) menyatakan bahwa semakin besar jarak suatu titik terhadap sumbu rotasi, semakin besar pula kecepatan linear titik tersebut.

Hubungan antara kecepatan linear dan kecepatan sudut juga dapat diperoleh dengan cara mencari hubungan masing-masing kecepatan tersebut dengan periode dan frekuensi.

Kelajuan linear adalah hasil bagi panjang lintasan yang ditempuh dengan selang waktu tempuhnya. Karena untuk menempuh satu keliling lingkaran ($2\pi r$) diperlukan waktu tempuh satu periode (T), maka kelajuan linear dirumuskan sebagai

$$v = \frac{2\pi r}{T} = 2\pi r f$$

..... (3.10)

keterangan:

v = kelajuan linear (m/s)

r = jari-jari lingkaran (m)

T = periode (s)

f = frekuensi (Hz)

kecepatan sudut adalah hasil bagi sudut pusat yang ditempuh benda dengan selang waktu tempuhnya. Karena untuk menempuh sudut pusat 360° atau 2π radian diperlukan waktu tempuh satu periode (T), maka kecepatan sudut dirumuskan sebagai

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad \dots\dots\dots (3.11)$$

keterangan:

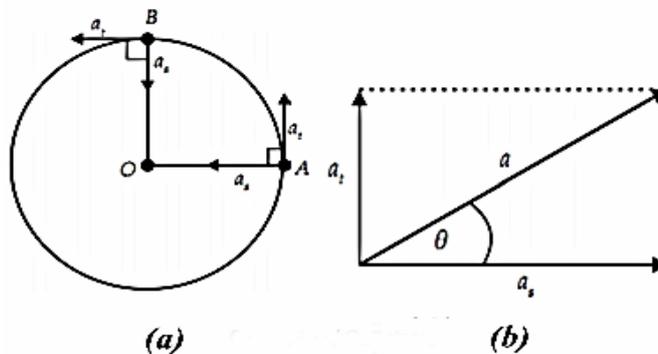
- ω = kecepatan sudut (rad/s)
- r = jari-jari lingkaran (m)
- T = periode (s)
- f = frekuensi (Hz)

3. Percepatan Tangensial dan Percepatan Sudut

Pada gerak melingkar, setiap partikel mengalami dua komponen percepatan, yaitu *percepatan sentripetal* (a_s) dan *percepatan tangensial* (a_t). Dimana percepatan sentripetal arahnya selalu menuju pusat lingkaran dan percepatan tangensial arahnya tegak lurus jari-jari lingkaran.

Hubungan percepatan tangensial (a_t) dengan percepatan sudut (α), yaitu:

$$a_t = r \alpha \quad \dots\dots\dots (3.12)$$



Gambar 3.8 Benda mengalami percepatan sentripetal dan tangensial.

Sumber: kotakatikfisika2012.com

Berdasarkan Gambar 3.8, diketahui bahwa percepatan sentripetal dan percepatan tangensial saling tegak lurus. Oleh karena itu, percepatan totalnya adalah:

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_s^2} \quad \dots\dots\dots (3.13)$$

keterangan:

- a = percepatan total (m/s^2)
- a_t = percepatan tangensial (m/s^2)
- a_s = percepatan tangensial (m/s^2)

Sedangkan arah percepatan total terhadap arah radial, yaitu θ dapat dihitung dengan perbandingan tangen.

$$\tan \theta = \frac{a_t}{a_s} \dots\dots\dots (3.14)$$

C. GERAK MELINGKAR BERATURAN

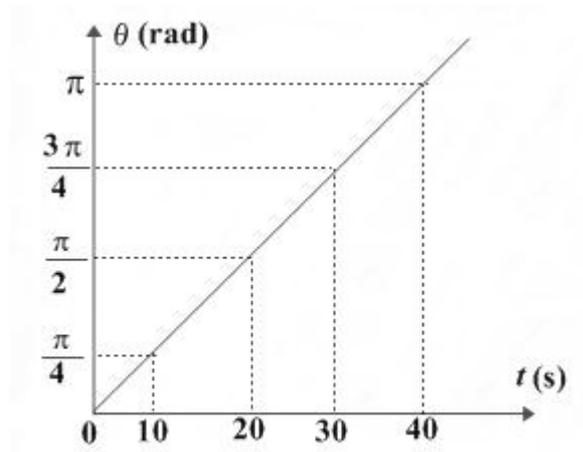
Mengapa benda dikatakan gerak melingkar beraturan? Suatu benda dikatakan bergerak melingkar beraturan jika benda tersebut bergerak melingkar dengan kecepatan sudut tetap, sehingga percepatan sudut nol. Posisi sudut (θ) yang ditempuh selama interval waktu (t) dengan kecepatan sudut (ω).

$$\theta = \omega t \dots\dots\dots(3.15)$$

keterangan:

- θ = posisi sudut (radian)
- ω = kecepatan sudut (rad/s)
- t = waktu (s)

Grafik antara posisi sudut dan waktu tempuh untuk gerak melingkar beraturan diplot seperti pada Gambar 3.9. Pada gerak melingkar beraturan, kecepatan benda setiap saat selalu konstan, artinya kecepatan sudut awal sama dengan kecepatan sudut akhir. Oleh karena itu, posisi sudut yang ditempuh benda berbanding lurus dengan waktu.



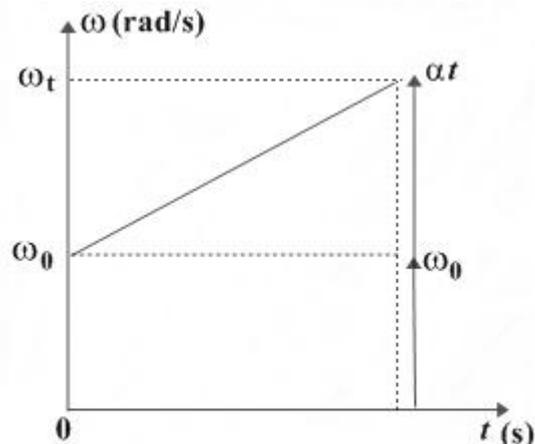
Gambar 3.9 Grafik $\theta-t$ pada gerak melingkar beraturan.

Sumber: dokumen pribadi

D. GERAK MELINGKAR BERUBAH BERUBAH BERATURAN

Benda dikatakan bergerak melingkar berubah beraturan jika benda tersebut bergerak melingkar dengan kecepatan sudut berubah secara teratur, sehingga percepatan sudutnya tetap.

untuk menentukan kecepatan sudut akhir ω_t dari suatu benda yang bergerak melingkar dengan kecepatan sudut awal ω_0 dan mengalami percepatan sudut α , kita dapat menyusun kembali rumus percepatan sudut dengan menuliskan interval waktu Δt sebagai t , sehingga diperoleh:



Gambar 3.10 Grafik $\omega-t$ pada gerak melingkar berubah beraturan.

Sumber: dokumen pribadi

$$\omega_t = \omega_0 + \alpha t$$

..... (3.16)

keterangan:

ω_0 = kecepatan sudut awal (rad/s)

ω_t = kecepatan sudut akhir (rad/s)

α = percepatan sudut (rad/s²)

Contoh soal 3.2

1. Bantuan sembako untuk korban tanah longsor di angkut dengan menggunakan helikopter. Seorang tentara yang ada di lokasi tanah longsor mengamati baling-baling helikopter yang berputar 900 putaran per menit.
 - a. Berapakah kecepatan sudut baling-baling?
 - b. Berapakah kelajuan linear sebuah titik di ujung baling-baling jika radius baling-baling 3 m?

Penyelesaian:

a. 900 putaran = $900 \cdot 2\pi = 1800 \pi$ rad

1 menit = 60 s

$$\omega = \frac{1800 \pi}{60}$$

$$= 30 \pi \text{ rad/s}$$

b. $v = r\omega$

$$= 3 \cdot 30 \pi$$

$$= 90 \pi \text{ m/s}$$

2. Sebuah mobil rombongan pengajian, pulang dari Purwodadi menuju Jaken. Mobil tersebut bergerak dengan kecepatan 30 m/s pada sebuah lintasan melingkar (menanjak) dengan jari-jari 500 m. Kecepatan mobil itu bertambah 1 m/s setiap sekonnnya. Hitung besar percepatan yang dialami mobil!

Penyelesaian:

Diketahui: $r = 500$ m

$$v = 30 \text{ m/s}$$

$$a_t = 1 \text{ rad/s}^2$$

Ditanyakan: $a = \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned}a_s &= \frac{v^2}{r} \\ &= \frac{30^2}{500} \\ &= 1,8 \text{ m/s}^2 \\ a &= \sqrt{a_t^2 + a_s^2} \\ &= \sqrt{1^2 + 1,8^2} \\ &= 2,06 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

3. Edi pergi ke sekolah dengan naik sepeda dengan kecepatan 18 km/jam. ketika ia mendekati suatu belokan berjari-jari 1 m, ia mengerem sepedanya dan mengurangi kecepatannya 2 m/s tiap sekonnnya. Berapa besar dan arah percepatan total yang di alami oleh Edi?

Penyelesaian:

Diketahui: $v = 18 \text{ km/jam} = 5 \text{ m/s}$

$$r = 1 \text{ m}$$

$$a_t = 2 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan: (a) $a = \dots?$

(b) arah $= \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned}\text{(a)} \quad a_s &= \frac{v^2}{r} \\ &= \frac{5^2}{1} \\ &= 25 \text{ m/s}^2 \\ a &= \sqrt{a_t^2 + a_s^2} \\ &= \sqrt{(2)^2 + 25^2} = 25,08 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

(b) Arah percepatan total

$$\tan \theta = \frac{a_t}{a_s} = \frac{2}{25}$$

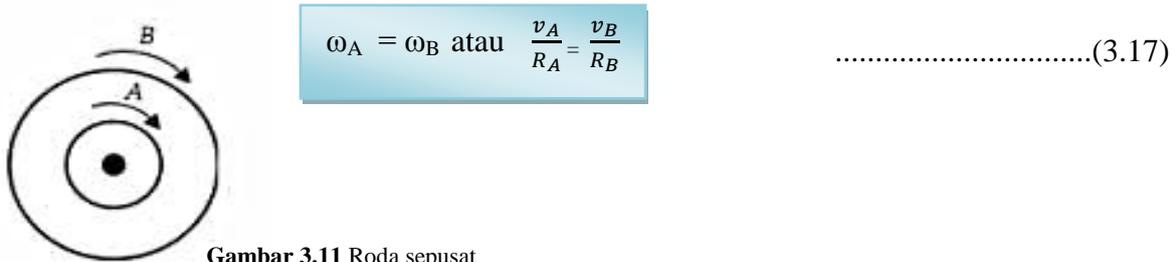
$$\theta = 4,57^\circ$$

E. HUBUNGAN RODA-RODA

Dalam kehidupan sehari-hari sering dijumpai penggunaan prinsip gerak melingkar. Diantaranya dalam penggunaan roda. Hubungan antara roda merupakan salah satu penerapan gerak melingkar. Hubungan roda dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

1. Roda Sepusat

Dua roda yang dihubungkan sepusat, maka arah putaran dan kecepatan sudutnya adalah sama.

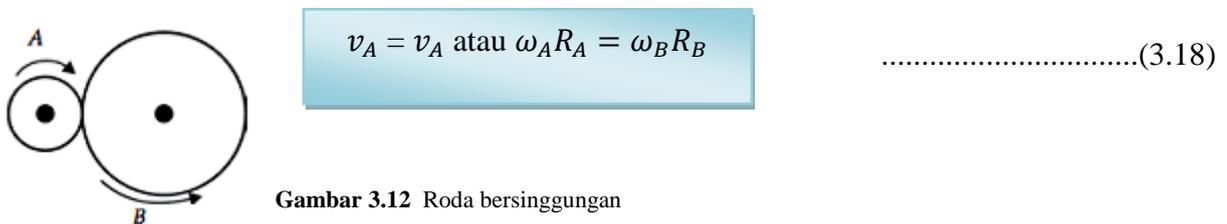


Gambar 3.11 Roda sepusat

Sumber: fisika.blogspot.com

2. Roda Bersinggungan

dua benda yang dihubungkan bersinggungan, maka arah putaran keduanya berlawanan dan kelajuan linear keduanya sama.

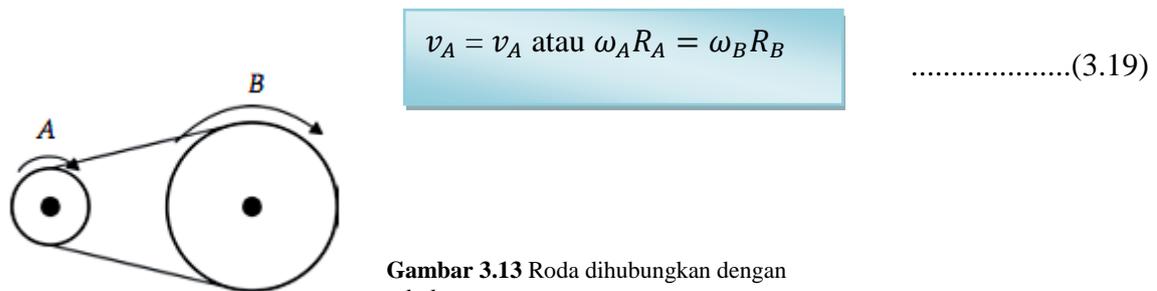


Gambar 3.12 Roda bersinggungan

Sumber: fisika.blogspot.com

3. Roda yang Dihubungkan dengan Sabuk

Dua roda yang dihubungkan dengan sabuk, maka arah putaran dan kelajuan linear kedua roda adalah sama.



Gambar 3.13 Roda dihubungkan dengan sabuk

Sumber: fisika.blogspot.com

Contoh soal 3.3

1. Yudi pergi ke TPQ untuk mengaji dengan mengendarai sepeda *doortrap* yang memiliki jari-jari *gear* depan dan belakang masing-masing 6 cm dan 3 cm. Jika *gear* depan dijalankan dengan kecepatan sudut tetap 4 rad/s. Berapakah kecepatan sudut *gear* belakang?

Penyelesaian:

Diketahui: $r_d = 6 \text{ cm} = 0,06 \text{ m}$

$$r_b = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$$

$$R = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$\omega_d = 4 \text{ rad/s}$$

ditanyakan: $\omega_b = \dots?$

jawab:

$$v_d = v_b$$

$$r_d \cdot \omega_d = r_b \cdot \omega_b$$

$$(0,06) \cdot 4 = (0,03) \cdot \omega_b$$

$$\omega_b = 8 \text{ rad/s}$$

2. Dua buah roda *P* dan *Q* dihubungkan dengan sabuk. Jika kecepatan sudut dan jari-jari roda *Q* adalah 20 rad/s dan 40 cm, berapakah kecepatan sudut roda *P* yang mempunyai jari-jari 10 cm?

Penyelesaian:

Diketahui: $\omega_Q = 20 \text{ rad/s}$

$$r_Q = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

$$r_P = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

ditanyakan: $\omega_P = \dots?$

jawab: $v_P = v_Q$

$$r_P \cdot \omega_P = r_Q \cdot \omega_Q$$

$$0,1 \omega_P = (0,4) \cdot 20$$

$$\omega_P = 80 \text{ rad/s}$$

INFORMASI

BALAP ANTARA BULAN DAN MATAHARI

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

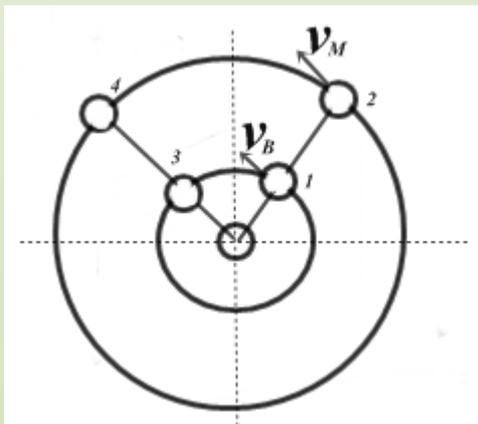


Artinya: “ tidaklah mungkin bagi matahari mendapatkan bulan dan malampun tidak dapat mendahului siang. dan masing-masing beredar pada garis edarnya”. (QS. Yasin:40)

Surat Yasin ayat 40 berisi kesimpulan bahwa bumi harus berotasi. Bila tidak berotasi, kandungan ayat ini akan bertentangan dengan fenomena bulan sabit yang semakin tinggi di ufuk barat setelah bulan baru. Kita akan membahas kecepatan dua objek langit, bulan dan matahari. Ayat ini mengatakan bahwa tidak mungkin matahari mendahului bulan. Artinya, bulan lebih cepat daripada matahari.

Jika objek yang ditinjau hanya bumi, bulan dan matahari, kedua lintasan tersebut adalah identik. Pola pertama, bumi dijadikan acuan, bulan dan matahari bergerak mengelilinginya. Pola kedua, matahari sebagai acuan yang diam, bumi dan bulan bergerak mengelilinginya. Jika tidak ada objek lain di luar ketiga objek tersebut, kita tidak punya cara untuk memperlihatkan pola gerak mana yang sebenarnya.

Dalam upaya memahami teks tadi, terkait dengan kecepatan bulan dan matahari, kita gunakan bumi sebagai acuan. Bulan dan matahari terlihat menempel pada permukaan langit yang sama meski sebenarnya jarak bumi-matahari sekitar 400 kali jarak bumi-bulan.



Pada gambar di atas, objek bulan dan matahari pada awalnya menempati posisi 1 dan 2. Setelah bergerak dalam waktu yang sama dengan lintasan lingkaran, bulan dan matahari sampai pada lintasan 3 dan 4. Panjang lintasan berbeda tetap sudut yang ditempuh sama.

Dalam kasus seperti ini dikatakan bahwa kecepatan sudut bulan dan matahari sama, tetapi laju kecepatan tangensial, yakni kecepatan yang bersinggungan dengan lintasan lingkaran berbeda. Laju tangensial matahari lebih besar dari pada laju tangensial bulan.

Bulan dan matahari tampak mengelilingi bumi seperti pada gambar. Bulan mengelilingi bumi satu lingkaran penuh dalam $27 \frac{1}{3}$ hari. Hal ini identik dengan kecepatan $0^{\circ}32'55,66''$ per jam. Matahari bergerak mengelilingi bumi satu lingkaran penuh dalam 365,25 hari yang identik dengan $0^{\circ}2'27,84$ per jam. Kecepatan sudut bulan 13 kali lebih besar dari pada kecepatan sudut matahari. Meskipun demikian, karena jarak bumi-matahari sekitar 400 kali jarak bumi-bulan, laju tangensial matahari 13 kali laju tangensial bulan, $v_M \approx 30 v_B$. Artinya, meskipun sudut yang ditempuh matahari 13 kali lebih kecil daripada sudut tempuh bulan, panjang lintasan yang ditempuh matahari dalam 1 jam, 30 kali lebih panjang daripada lintasan bulan dalam rentang waktu yang sama.

T O K O H F I S I K A



Al-Battani
(858 – 929)

Al-Battani merupakan salah satu ilmuwan muslim yang menjelaskan pergerakan planet. Hasil perhitungan periode revolusi bumi mengelilingi matahari selama 365 hari, 5 jam, 46 menit, dan 24 mendekati akurat. Salah satu dari karyanya yang paling populer adalah *Al-Zij Al-Sabi* yang banyak diterjemahkan oleh negara-negara barat. Misalnya saja dalam bahasa latin diterjemahkan sebagai *De Scientia Stellarum-De Numeris Stellarum et Motibus*. Yang hingga saat ini masih tersimpan di Vatikan, Roma, Italia.

T O K O H F I S I K A



Galileo
(1564-1642)

Galileo adalah seorang astronom dan ahli fisika yang berasal dari Italia. Karya Galileo sangat banyak dan semua gagasan dan teorinya selalu dia uji dahulu melalui eksperimen. Konsep-konsep fisika akarya Galileo antara lain tentang prinsip benda-benda jatuh bebas, konsep partikel dan gerak, prinsip bandul (pendulum), pusat gaya berat, konsep helio sentris, membuat termometer, mempuat teleskop, mempuat mikroskop, pompa penghisap pertama, dan penelitiannya tentang planet-planet (Yupiter, Venus, Merkurius, Saturnus), dan bulan. Galileo dapat disebut sebagai Bapak Zaman Eksperimental dan orang yang meletakkan dasar-dasar ilmu pengetahuan modern.

RANGKUMAN

- Gerak melingkar adalah gerak partikel/benda pada lintasan yang berbentuk lingkaran.
- Periode adalah waktu yang diperlukan benda untuk menempuh lintasan satu lingkaran penuh (satu putaran). Sedangkan frekuensi adalah banyaknya putaran yang dilakukan benda dalam setiap satuan waktu.

$$T = \frac{1}{f}$$

- Posisi sudut θ dari suatu partikel sepanjang busur lingkaran sebesar s yang berjarak r dari sumbu putarnya memenuhi hubungan:

$$\theta = \frac{s}{r}$$

- Kecepatan sudut (ω):

- Kecepatan sudut rata-rata:

$$\omega_r = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

- kecepatan sudut sesaat:

$$\omega = \frac{d\theta}{dt}$$

- Percepatan sudut (α)

- Percepatan sudut rata-rata:

$$\alpha_r = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

- Percepatan sudut sesaat:

$$\alpha = \frac{d\omega}{dt}$$

- Percepatan sentripetal adalah percepatan yang arahnya menuju pusat lingkaran dengan besar:

$$a_s = \frac{v^2}{r}$$

- Hubungan gerak translasi dan rotasi:

$$s = r \theta$$

$$v = r \omega$$

$$a = r \alpha$$

- Gerak melingkar beraturan adalah benda yang bergerak melingkar dengan kecepatan sudut tetap.

$$\theta = \omega t$$

- Gerak melingkar berubah beraturan adalah benda yang bergerak melingkar dengan kecepatan sudut berubah secara teratur, sehingga percepatan sudutnya tetap.

$$\omega_t = \omega_0 + \alpha t$$

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\omega_t^2 = \omega_0^2 + 2 \alpha \theta$$

- Hubungan roda-roda:

- Roda-roda sepusat:

$$\omega_A = \omega_B$$

$$\frac{v_A}{R_A} = \frac{v_B}{R_B}$$

Arah putarannya sama.

- Roda-roda bersinggungan:

$$v_A = v_B$$

$$\omega_A R_A = \omega_B R_B$$

Arah putaran berlawanan.

- Roda-roda dihubungkan dengan sabuk

$$v_A = v_B$$

$$\omega_A R_A = \omega_B R_B$$

Arah putaran sama.

**A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat antara huruf A, B, C, D, atau E!
Kemudian tuliskan pada buku latihan Anda!**

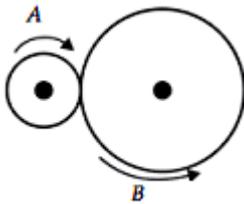
1. Salah satu yang merupakan ciri dari gerak melingkar berubah beraturan adalah...
 - A. Kecepatan sudut tetap
 - B. kelajuannya tetap
 - C. Percepatan sudut nol
 - D. Percepatan sudut tetap
 - E. Percepatan sudut berubah
2. Batu diputar dengan tali yang panjangnya 0,5 m secara horizontal hingga bergerak melingkar beraturan. Besarnya periode dan frekuensi gerak batu, jika selama selang waktu 15 detik terjadi 30 putaran adalah
 - A. 0,5 detik dan 1 Hz
 - B. 0,5 detik dan 2 Hz
 - C. 1,0 detik dan 2 Hz
 - D. 1,5 detik dan 1 Hz
 - E. 1,5 detik dan 2 Hz
3. Seorang pemancing sedang menarik seekor ikan pada kelajuan 0,135 m/s dan tali pancing digulung pada sebuah alat penggulung yang berjari-jari 5 cm. Kecepatan sudut alat penggulung tersebut adalah
 - A. 0,270 rad/s
 - B. 0,675 rad/s
 - C. 1,350 rad/s
 - D. 2,700 rad/s
 - E. 6,750 rad/s
4. Seorang pembalap mengendarai motornya melewati suatu tikungan lingkaran yang diameternya 90 cm. Besar percepatan sentripetal motor jika lajunya berbelok 6 m/s adalah... m/s^2
 - A. 90
 - B. 60
 - C. 40
 - D. 20
 - E. 10
5. Sebuah benda bergerak melingkar beraturan pada kelajuan linear 1,2 m/s dengan jari-jari lintasan 1,8 m. Percepatan sentripetal yang dialami benda adalah....
 - A. $1,6 \text{ m/s}^2$
 - B. $1,4 \text{ m/s}^2$

- C. $1,2\text{m/s}^2$
 D. $1,0\text{ m/s}^2$
 E. $0,8\text{ m/s}^2$
6. Kecepatan aliran air yang memutar kincir air adalah 10 cm/s . Jika garis tengah kincir air 2 m , maka kecepatan sudut kincir adalah
 A. $0,05\text{ rad/s}$
 B. $0,01\text{ rad/s}$
 C. $1,00\text{ rad/s}$
 D. $5,00\text{ rad/s}$
 E. $10,0\text{ rad/s}$
7. Sebuah roda berputar dengan kecepatan sudut awal 4 rad/s . Karena pengaruh dari luar, roda mendapat perlambatan sebesar 2 rad/s^2 sehingga roda berhenti. Besar sudut yang ditempuh oleh sebuah titik di tepi roda sampai berhenti adalah ...
 A. 4 rad
 B. 8 rad
 C. 12 rad
 D. 16 rad
 E. 32 rad
8. Roda penggerak beban pada porsneling satu sebuah mobil memiliki gigi $3,5$ kali banyaknya gigi roda penggerak beban pada persneling lima. Pada saat mesin berputar 2.000 rpm , kelajuan mobil adalah 4 m/s . Kelajuan mobil pada persneling lima untuk putaran mesin yang sama adalah....
 A. 14 m/s
 B. 13 m/s
 C. 12 m/s
 D. 11 m/s
 E. 10 m/s
9. Dua buah roda A dan B saling bersinggungan. Jika kecepatan sudut roda B adalah $12,5\text{ rad/s}$ dan jari-jari roda A = $\frac{1}{4}$ jari-jari roda B, besar kecepatan sudut roda A adalah....
 A. 25 rad/s
 B. 50 rad/s
 C. 75 rad/s
 D. 100 rad/s
 E. 125 rad/s
10. Garis tengah sebuah kincir air adalah $2,5\text{ m}$. Jika kecepatan aliran air yang memutar kincir air adalah 50 cm/s , maka besar kecepatan sudut kincir air adalah....
 A. $0,1\text{ s}$
 B. $0,2\text{ s}$

- C. 0,3 s
- D. 0,4 s
- E. 0,5 s

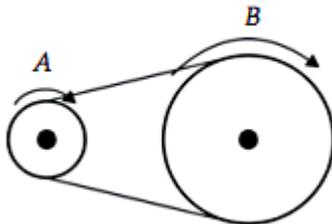
B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan tepat pada buku latihan Anda!

1. Ubahlah sudut-sudut di bawah ke dalam radian dan putaran!
 - a. 30°
 - b. 60°
 - c. 120°
2. Sebuah roda berputar 260 rpm. Hitunglah:
 - a. kecepatan sudut
 - b. Periode
 - c. frekuensi
3. Dua roda berjari $r_A = 10$ cm dan $r_B = 15$ cm, hubungan kedua roda seperti gambar



Jika roda A melakukan 30 putaran setiap menit, hitunglah banyak putaran tiap menit yang dilakukan roda B.

4. Perhatikan gambar berikut!



Hitunglah banyak putaran yang dilakukan roda B, jika jari jari roda A = 5 cm, jari-jari roda B = 10 cm, dan banyak putaran yang dilakukan roda A adalah 36 putaran per menit!

5. Seorang anak hendak pergi ke masjid dengan mengendarai sepeda. Anak tersebut memacu sepedanya dengan laju tetap 72 km/jam. Hitunglah kecepatan sudut sebuah titik yang berada pada ban sepeda jika jari-jari roda sepeda 20 cm!

BAB IV

DINAMIKA PARTIKEL



Sumber: mobiloka.com

Standar Kompetensi

Menerapkan konsep dan prinsip dasar kinematika dan dinamika benda titik.

Kompetensi Dasar

1. Menerapkan Hukum Newton sebagai prinsip dasar dinamika untuk gerak lurus, gerak vertikal dan gerak melingkar beraturan.

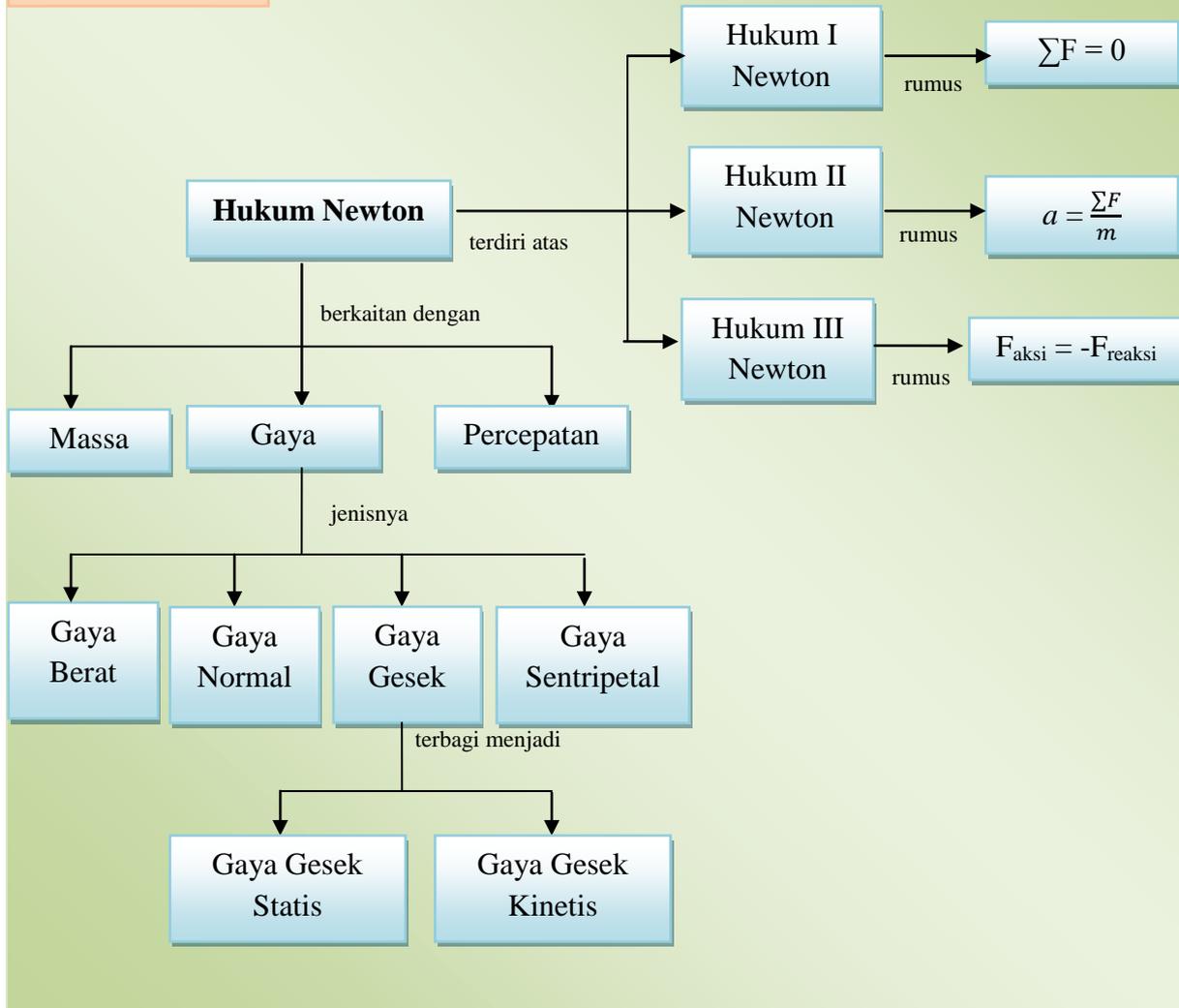
Indikator Pembelajaran

1. Mengidentifikasi penerapan prinsip hukum I Newton (hukum inersia) dalam kehidupan sehari-hari.
2. Mengidentifikasi penerapan prinsip hukum II Newton dalam kehidupan sehari-hari.
3. Mengidentifikasi penerapan prinsip hukum III Newton dalam kehidupan sehari-hari.
4. Menerapkan hukum newton pada gerak benda pada bidang datar/miring dengan dan atau tanpa gesekan.
5. Menerapkan hukum Newton pada gerak vertikal.
6. Menerapkan hukum Newton pada gerak melingkar.
7. Memiliki pengetahuan dan pemahaman baru tentang hubungan fisika, Al-Qur'an dan nilai-nilai agama.

Tujuan Pembelajaran

1. Mampu mengidentifikasi penerapan prinsip hukum I Newton (hukum inersia) dalam kehidupan sehari-hari.
2. Mampu mengidentifikasi penerapan prinsip hukum II Newton dalam kehidupan sehari-hari.
3. Mampu mengidentifikasi penerapan prinsip hukum III Newton dalam kehidupan sehari-hari.
4. Mampu menerapkan hukum newton pada gerak benda pada bidang datar/miring dengan dan atau tanpa gesekan.
5. Mampu menerapkan hukum Newton pada gerak vertikal.
6. Mampu menerapkan hukum Newton pada gerak melingkar
7. Memiliki pengetahuan dan pemahaman baru tentang hubungan fisika, Al-Qur'an dan nilai-nilai agama.

Peta Konsep



Apersepsi

Jika kita perhatikan proses pada peluncuran roket, maka kita bisa mengetahui bahwa selama awal proses peluncuran berlangsung, berlaku hukum aksi-reaksi sehingga roket bisa terdorong ke atas. Apa hukum aksi-reaksi itu? kita akan mempelajarinya pada bab ini, jangan ketinggalan!

Sebelum membahas hukum aksi-reaksi, mari kita renungkan ayat Al-Qur'an surat Ar-Rahman ayat 60 sebagai berikut.

هَلْ جَزَاءُ الْإِحْسَنِ إِلَّا الْإِحْسَنُ ﴿٦٠﴾



Gambar 4.1 Peluncuran roket
Sumber:pixabay.com

Artinya.” Tidak ada Balasan kebaikan kecuali kebaikan (pula)”. (QS. Ar-Rahman:60)

Pada tafsir Jalalain kata *hal* (*tidak ada*) maksudnya tiada, kata *jazâu al ihsâni* (*balasan kenikmatan*) atau ketaatan, kata *illâ al ihsân* (*kecuali kebaikan pula*) atau kenikmatan.

Secara harfiah surat Ar-Rahman ayat 60 dapat diartikan bahwa munculnya balasan kebaikan merupakan buah dari interaksi. Ayat di atas tersirat pula makna dari pemberian dan balasan berupa potensi yang dimiliki suatu benda.

Kita telah membahas bagaimana gerak dinyatakan dalam kecepatan dan percepatan dalam bab II. Sekarang kita berhubungan dengan pertanyaan mengapa benda-benda tersebut bergerak? Apa yang membuat yang pada mulanya diam mulai bergerak? Apakah yang mempercepat atau memperlambat benda? apa yang terlibat ketika benda bergerak membentuk lingkaran? Kita dapat menjawab setiap pertanyaan tersebut dengan mengatakan bahwa diperlukan sebuah *gaya*.

A. Hukum-Hukum Newton

Pembahasan tentang hukum-hukum Newton dan pembahasan konsep secara kualitatifnya telah Anda dapatkan di SMP. Hukum-hukum tersebut membahas tentang hubungan antara gerak benda dan gaya. Di sini kita akan mengkaji kembali ketiga hukum Newton tersebut dan mengaplikasikannya pada persoalan-persoalan dinamika sederhana.

1. Hukum I Newton

Pada zaman dahulu, orang percaya bahwa alam ini bergerak dengan sendirinya. Tidak ada sesuatu pun yang mengerakkannya. Mereka menyebutnya dengan *gerak alami*. Di sisi lain, untuk benda yang jelas-jelas digerakkan, mereka menamakan *gerak paksa*. Teori yang dipelopori Aristoteles ini terbukti salah ketika Galileo dan Newton mengemukakan pendapat mereka.

Galileo mematahkan teori Aristoteles dengan sebuah percobaan sederhana. Ia membuat sebuah lintasan lengkung licin yang digunakan untuk menggelindingkan sebuah bola. Satu sisi dari lintasan tersebut diubah-ubah kemiringannya. Setelah mengamati, Galileo menyatakan “*Jika gaya gesek pada benda tersebut ditiadakan, maka benda tersebut akan terus bergerak tanpa memerlukan gaya lagi*”.

Teori Galileo dikembangkan oleh Isaac Newton. Newton mengatakan bahwa “*Jika resultan gaya pada suatu benda sama dengan nol, maka benda yang diam akan tetap diam dan benda yang bergerak akan tetap bergerak dengan kecepatan tetap*”. Kesimpulan Newton tersebut dikenal sebagai Hukum I Newton. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\sum \mathbf{F} = 0 \quad \dots\dots\dots (4.1)$$

Jadi, jika benda tersebut ingin bergerak, harus ada gaya yang mengenainya. Hal juga diajarkan dalam Islam. Untuk membuat suatu pergerakan atau kemajuan dalam hidup, dibutuhkan pula gaya. Dorongan dari diri sendiri atau dari orang lain. Sebagaimana firman Allah dalam surat Ar-Ra’d ayat 11 yang berbunyi:

لَهُ مَعْقَبَاتٌ مِّنْ بَيْنِ يَدَيْهِ وَمِنْ خَلْفِهِ ۖ يَحْفَظُونَهُ مِنْ أَمْرِ اللَّهِ ۗ إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ ۗ وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ سُوءًا فَلَا مَرَدَّ لَهُ ۗ وَمَا لَهُمْ مِنْ دُونِهِ مِنْ وَالٍ ﴿١١﴾

Artinya: “Bagi manusia ada malaikat-malaikat yang selalu mengikutinya bergiliran, di muka dan di belakangnya, mereka menjaganya atas perintah Allah. Sesungguhnya Allah tidak merobah Keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merobah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri. dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap sesuatu kaum, Maka tak ada yang dapat menolaknya; dan sekali-kali tak ada pelindung bagi mereka selain Dia”. (QS. Ar-Ra’d: 11)

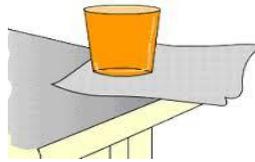
Pada tafsir Jalalain kalimat *innaallaha lá yugayyiru má biqaumin hattá yugayyiru má bianfusihim* (sesungguhnya Allah tidak merobah Keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merobah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri) artinya Dia tidak mencabut dari mereka nikmat-Nya dari keadaan yang baik dengan melakukan perbuatan durhaka.

Allah memang Maha Kuasa dapat merubah nasib semua orang dan semua kaum. Akan tetapi, hidup ini realistis. Benda tidak akan bergerak jika tidak dikenai gaya. Begitu pula hidup, tidak akan bergerak bahkan maju jika tidak kita beri gaya. Benda akan tetap bergerak pada kecepatan awal jika tidak dikenai gaya. Hidup juga akan tetap berjalan datar dan biasa saja jika tidak kita beri gaya yang lebih.

Berdasarkan hukum I Newton, dapat dipahami bahwa suatu benda cenderung mempertahankan keadaannya. Benda yang mula-mula diam akan mempertahankan keadaan diamnya, dan benda yang mula-mula bergerak akan mempertahankan gerakannya. Oleh karena itu hukum I Newton juga sering disebut sebagai *hukum kelembaman* atau *hukum inersia*.

Untuk lebih memahami hukum I Newton, lakukan kegiatan 4.1 berikut ini.

Kegiatan 4.1



Tujuan: membuktikan hukum I Newton

Alat dan Bahan: kertas, gelas, dan meja.

Langkah kerja:

1. Letakkan sehelai kertas di atas meja
2. Letakkan gelas di atas di atas kertas tersebut
3. Tariklah kertas dengan cepat. Amatilah, apa yang terjadi dengan gelas?
4. Tariklah kertas perlahan-lahan. Amatilah, apa yang terjadi dengan gelas?
5. Buatlah kesimpulan kegiatan ini!

Dalam kehidupan sehari-hari kita mengalami Hukum I Newton. Misalnya, saat kendaraan yang kita naiki direm secara mendadak, maka kita akan terdorong ke depan dan ketika kendaraan yang kita naiki tiba-tiba bergerak, maka kita akan terdorong ke belakang.

2. Hukum II Newton

Pernahkah Anda melihat seekor kuda menarik kereta, pedagang sayur yang mendorong gerobak sayur, dan motor yang bergerak makin lama makin cepat?



(a) Sumber: www.bbc.com

Dari fenomena tersebut akan muncul suatu pertanyaan bagaimana hubungan antara kecepatan, percepatan terhadap gaya sebagai penyebab adanya gerakan-gerakan tersebut? Pertanyaan ini dijelaskan oleh Newton yang dikenal sebagai *Hukum II Newton*, yang berbunyi: "Percepatan sebuah benda berbanding terbalik dengan



(c) Sumber: terengganummyhetirage.blogspot.com

dengan massa dan sebanding dengan gaya eksternal netto yang bekerja pada benda tersebut". Berarti, semakin besar gaya yang kita berikan maka pergerakan benda semakin besar. Secara matematis, Hukum II Newton dapat ditulis sebagai berikut.



(b) Sumber: beritagar.id

Gambar 4.2 (a) Seekor kuda menarik kereta, (b) pedagang sayur yang mendorong gerobak sayur, dan (c) motor yang bergerak makin lama makin cepat.
Berbasis Integrasi Sains dan Islam

$$\mathbf{a} = \frac{\Sigma \mathbf{F}}{m}$$

..... (4.2 a)

atau

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

..... (4.2 b)

keterangan:

F = gaya yang bekerja pada benda (N)

m = massa benda (kg)

a = percepatan benda (m/s^2)

Contoh soal 4.1

1. Sebuah truk yang mengirim bantuan untuk korban banjir dapat menghasilkan gaya sebesar 7.000 N. Jika truk tersebut dapat bergerak dengan percepatan $3,5 \text{ m/s}^2$, maka tentukan massa truk tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui: $F = 7.000 \text{ N}$

$$a = 3,5 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan: $m = \dots?$

Jawab: $m = \frac{F}{a} = \frac{7.000}{3,5} = 2.000 \text{ kg}$

2. Sebuah mobil balap bermassa 1.500 kg mendapat percepatan 8 m/s^2 . Tentukan besar gaya total yang diperlukan oleh mobil balap tersebut!

Penyelesaian:

Diketahui: $m = 1.500 \text{ kg}$

$$a = 8 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan: $\Sigma F = \dots?$

Jawab: $\Sigma F = ma = (1.500) (8) = 12.000 \text{ N}$

3. Hukum III Newton

Mengapa laki-laki tersebut merasakan sakit ketika membenturkan kepalanya pada kaca? Padahal dia yang memberikan gaya ke kaca.

Apabila kita memberi gaya pada suatu benda, benda tersebut akan memberi reaksi berupa gaya yang sama besar, tetapi berlawanan arah.

Hal ini merupakan inti dari Hukum III Newton, yaitu: “Jika benda A memberikan gaya pada benda B, gaya yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan diberikan oleh benda B pada benda A”.



Gambar 4.3 Seorang laki-laki yang terbentur kaca

Sumber: Kanayasakyla.blogspot.com

Hukum III Newton ini kadang dinyatakan sebagai hukum aksi-reaksi, “untuk setiap aksi ada reaksi yang sama besar dan berlawanan arah”. Secara matematis hukum III Newton dapat ditulis sebagai berikut.

$$\mathbf{F}_{\text{aksi}} = -\mathbf{F}_{\text{reaksi}}$$

..... (4.3)

Hukum tentang aksi-reaksi juga di jelaskan dalam Al-Qur’an surat Al-Zalzalah ayat 7-8 sebagai berikut:

فَمَنْ يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ خَيْرًا يَرَهُ ﴿٧﴾ وَمَنْ يَعْمَلْ مِثْقَالَ ذَرَّةٍ شَرًّا يَرَهُ ﴿٨﴾

Artinya: “Barang siapa yang mengerjakan kebaikan seberat dzarrahpun, niscaya Dia akan melihat (balasan)nya. Dan barangsiapa yang mengerjakan kejahatan sebesar dzarrahpun, niscaya Dia akan melihat (balasan)nya pula”. (QS. Al-Zalzalah: 7-8)

Pada tafsir jalalain kalimat *faman ya'mal mitsqala dzarratin* (Barang siapa yang mengerjakan seberat dzarrah) atau seberat semut yang paling kecil. *Khairan yarah* (kebaikan, niscaya Dia akan melihatnya) melihat pahalanya. *Wa man ya'mal mitsqala dzarratin syarran yarah* (Dan barang siapa yang mengerjakan kejahatan sebesar dzarrahpun, niscaya Dia akan melihatnya pula) artinya dia pasti akan merasakan balasannya.

Pada surat Al-Zalzalah ayat 7-8 dapat diambil kesimpulan bahwa barang siapa yang mengerjakan kebaikan atau kejahatan pasti akan menerima balasan sesuai apa yang telah dikerjakan. Dari ayat tersebut dapat dipahami konsep aksi reaksi.

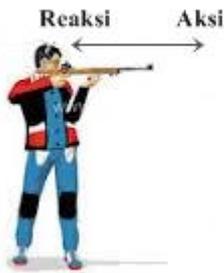
Beberapa contoh hukum III Newton dalam keseharian.

- a) Apa yang sebenarnya terjadi ketika kita berjalan di atas tanah?
Telapak kaki mendorong kaki ke belakang (aksi). Sebagai reaksi, tanah mendorong telapak kaki ke depan. Sehingga kita berjalan ke depan.



Gambar 4.4 Seseorang berjalan di atas tanah

Sumber: Unkwon.blogspot.com



Gambar 4.5 Seorang laki-laki yang sedang menembak

Sumber: m.pulsk.com

- b) Apa yang terjadi ketika kita menembak?
Senapan mendorong peluru ke depan (aksi). Sebagai reaksi, peluru mendorong senapan ke belakang. Jika senapan kita tahan, maka kita akan merasakan dorongan senapan.

- c) Mengapa perahu maju ke depan, padahal pendayung mendayung ke belakang?

Ketika seseorang mendayung perahu, pada waktu mengayunkan dayung, pendayung mendorong air ke belakang (aksi). Sebagai reaksi, air memberi gaya pada dayung ke depan, sehingga perahu bergerak ke depan.

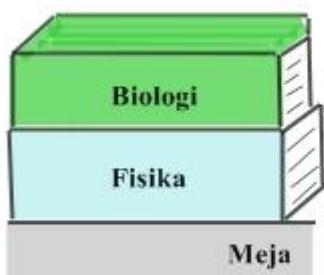


Gambar 4.6 Seseorang mendayung perahu.

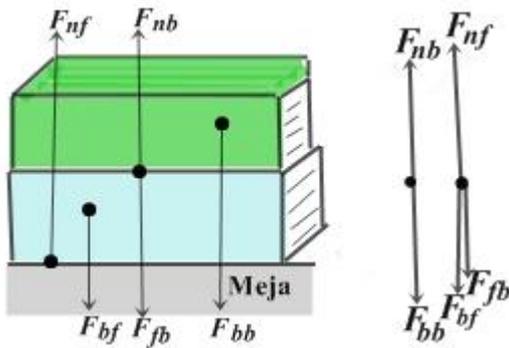
Sumber: mewarnaigambar.web.id

Contoh soal 4.2

Setelah selesai belajar, Edi meletakkan dua buku yang berbeda di atas meja seperti pada gambar di bawah. Jika berat buku biologi dan fisika masing-masing 5 N dan 6 N. Tentukan gaya reaksi yang diberikan oleh meja terhadap kedua buku tersebut!



Penyelesaian:



Keterangan:

F_{nb} = gaya normal buku biologi

F_{bb} = gaya berat buku biologi

F_{nf} = gaya normal buku fisika

F_{bf} = gaya berat buku fisika

F_{fb} = gaya berat buku biologi terhadap buku fisika

➤ Ditinjau terhadap buku biologi, diperoleh gaya berat buku biologi yaitu,

$$F_{bb} = - (5) \text{ N}$$

Sedangkan buku biologi hanya berinteraksi dengan buku fisika, sehingga mendapat gaya normal ke atas sebesar:

$$F_{nb} = 5 \text{ N}$$

➤ Ditinjau terhadap buku fisika, terdapat tiga gaya yang bekerja pada buku fisika F_{nf} , F_{fb} , dan F_{bf} , dimana:

$$F_{bf} = - (6) \text{ N}$$

$$F_{fb} = - 5 \text{ N, karena } F_{nb} = - F_{fb}$$

Karena percepatan buku biologi dan fisika adalah nol, maka:

$$\sum F = 0$$

$$F_{nf} + F_{bf} + F_{fb} = 0, \text{ sehingga}$$

$$F_{nf} = - F_{bf} - F_{fb} = - (- 6) - (- 5) = 1 \text{ N}$$

Jadi, gaya yang diberikan meja terhadap kedua buku tersebut adalah 32 N (arah gaya ke atas).

B. Jenis-Jenis Gaya

Gaya merupakan dorongan atau tarikan yang akan mempercepat atau memperlambat gerak suatu benda. Pada kehidupan sehari-hari gaya yang Anda kenal adalah gaya langsung. Artinya sesuatu yang memberi gaya berhubungan langsung dengan yang dikenai gaya. Selain gaya langsung juga ada gaya tak langsung. Gaya tak langsung merupakan gaya yang bekerja diantara dua benda tetapi kedua benda tersebut tidak bersentuhan. Contoh gaya tak langsung adalah gaya gravitasi. Pada subbab ini Anda akan mempelajari jenis-jenis gaya, antara lain, gaya berat, gaya normal, gaya gesek, dan gaya sentripetal.

1. Gaya Berat

Pada kehidupan sehari-hari, banyak orang yang salah mengartikan antara massa dan berat. Misalnya, orang mengatakan “Yuli memiliki berat 35 kg”. Pernyataan orang tersebut keliru karena sebenarnya yang dikatakan orang tersebut adalah massa Zuli. Anda harus dapat membedakan antara massa dan berat.

Massa merupakan ukuran banyaknya materi yang dikandung oleh suatu benda. Massa (m) suatu benda besarnya selalu tetap dimanapun benda tersebut berada, satuan massa adalah kg. Sedangkan berat (w) merupakan gaya gravitasi bumi yang bekerja pada suatu benda, satuan berat adalah Newton (N).

Hubungan antara massa dan berat dijelaskan dalam hukum II Newton. Misalnya, sebuah benda bermassa m dilepaskan dari ketinggian tertentu, maka benda tersebut akan jatuh ke bumi. Jika gaya hambatan udara diabaikan, maka gaya yang bekerja pada benda tersebut hanyalah gaya gravitasi (gaya berat benda). benda tersebut akan mengalami gerak jatuh bebas dengan percepatan ke bawah sama dengan percepatan gravitasi. Jadi, gaya berat (w) yang dialami benda besarnya sama dengan perkalian antara massa (m) benda tersebut dengan percepatan gravitasi (g) di tempat itu. secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$w = mg$$

..... (4.4)

keterangan:

w = gaya berat (N)

m = massa benda (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)



Gambar 4.7 Berat astronaut di bulan lebih kecil dari pada di bumi.

Sumber: travel.detik.com

Conth soal 4.3

Seorang astronout membawa contoh batuan dari bulan. Ketika ditimbang di bulan, berat batua tersebut 1,7 N. Tentukan berat batuan tersebut di bumi jika percepatan gravitasi di bulan $\frac{1}{6}$ dari percepatan gravitasi di bumi!

Penyelesaian:

Diketahui: $w_{bulan} = 1,7 \text{ N}$

$$g_{bulan} = \frac{1}{6} g_{bumi} \Leftrightarrow g_{bumi} = 6 g_{bulan}$$

Ditanya: $w_{bumi} = \dots?$

Jawab:

$$w_{bulan} = m g_{bulan}$$

$$1,7 = m g_{bulan}$$

$$m = \frac{1,7}{g_{bulan}}, (m = \text{konstan}) \text{ maka}$$

$$w_{bumi} = m g_{bumi} = \frac{1,7}{g_{bulan}} \times 6 g_{bulan} = 10,2 \text{ N}$$

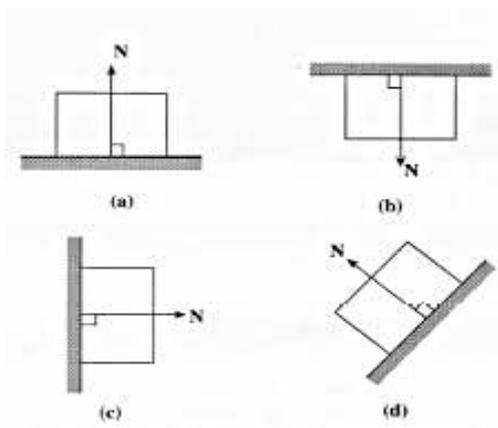
Jadi, berat batuan setelah ditimbang di bumi adalah 10,2 N.

2. Gaya Normal

Anda ketahu bahwa benda yang dilepaskan pada ketinggian tertentu akan jatuh bebas. Bagaimana jika benda (misalnya buku) diletakkan di atas meja? Mengapa buku tersebut tidak jatuh? Gaya apa yang menahan buku tidak jatuh?

Gaya yang menahan buku agar tidak jatuh adalah gaya tekan meja pada buku. Gaya ini ada karena permukaan buku bersentuhan dengan permukaan meja dan sering disebut gaya normal. Gaya normal (N) adalah gaya yang bekerja pada bidang yang bersentuhan antara dua permukaan

benda, yang arahnya selalu tegak lurus dengan bidang sentuh. Jadi, pada buku terdapat dua gaya yang bekerja, yaitu gaya normal (N) yang berasal dari meja dan gaya berat (w). Kedua



Gambar 4.8 Arah gaya normal

Sumber: Bacajuga.com

gaya tersebut besarnya sama tetapi berlawanan arah, sehingga membentuk keseimbangan pada buku.

Ingat, arah gaya normal selalu tegak lurus dengan bidang sentuh. Jika bidang sentuh antara dua benda adalah horizontal, maka arah gaya normalnya adalah vertikal. Jika bidang sentuhnya vertikal, maka arah gaya normalnya adalah horizontal. Jika bidang sentuhnya miring, maka arah gaya normalnya juga miring.

3. Gaya Gesek

Jika Anda mendorong sebuah almari besar dengan gaya kecil, maka dapat dipastikan almari tersebut tidak akan bergerak (bergeser). Jika Anda menggelindingkan sebuah bola di lapangan rumput, maka setelah menempuh jarak tertentu bola tersebut pasti berhenti. Mengapa hal-hal tersebut dapat terjadi? Apa yang menyebabkan almari sulit digerakkan dan bola berhenti setelah menempuh jarak tertentu?



Gambar 4.9 Arah gaya gesek berlawanan dengan arah gerak

Sumber: fisikanewton.blogspot.com

Gaya yang melawan gaya yang Anda berikan ke almari atau gaya yang menghentikan gerak bola adalah gaya gesek. Gaya gesek adalah gaya yang bekerja antara dua permukaan benda yang saling bersentuhan. Arah gaya gesek berlawanan arah dengan arah gerak benda.

Untuk benda yang bergerak di udara, gaya geseknya bergantung pada luas permukaan benda yang bersentuhan dengan udara. Makin luas permukaan bidang sentuh, makin besar gaya gesek udara pada benda tersebut. Sedangkan untuk benda yang bergerak di atas benda padat, gaya geseknya tidak bergantung luas bidang sentuhnya.

Gaya gesek dapat dibedakan menjadi dua, yaitu gaya gesek statis dan gaya gesek kinetis. **Gaya gesek statis (f_s)** adalah gaya gesek yang bekerja pada benda selama benda tersebut masih diam. Menurut hukum I Newton, selama benda masih diam berarti resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut adalah nol. Jadi selama benda masih diam gaya gesek statis selalu sama dengan gaya yang bekerja pada benda tersebut. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$f_s = \mu_s N \dots\dots\dots (4.5)$$

keterangan:

- f_s = gaya gesek statis (N)
- μ_s = koefisien gaya gesek statis
- N = gaya normal (N)

Gaya gesek kinetis (f_k) adalah gaya gesek yang bekerja pada saat benda dalam keadaan bergerak. Perbandingan antara gaya gesek kinetis dengan gaya normal disebut koefisien gaya gesek kinetis (μ_k). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$f_k = \mu_k N$$

..... (4.6)

keterangan:

f_k = gaya gesek kinetis (N)

μ_k = koefisien gaya gesek kinetis

N = gaya normal (N)

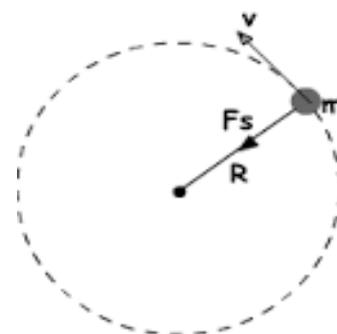
Berikut ini adalah beberapa nilai koefisien gesekan statis dan kinetis.

Tabel 4.1 Nilai Koefisien Gesek Statis dan Kinetis

No	Permukaan	Koefisien gesek statis (μ_s)	Koefisien gesek kinetis (μ_k)
1.	Karet pada beton basah	0,03	0,25
2.	Teflon pada baja	0,04	0,04
3.	Teflon pada teflon	0,04	0,04
4.	Kuningan pada baja	0,51	0,44
5.	Tembaga pada baja	0,53	0,36
6.	Aluminium pada baja	0,61	0,47
7.	Tembaga pada kaca	0,68	0,53
8.	Baja pada baja	0,74	0,57
9.	Seng pada besi cor	0,85	0,21
10.	Kaca pada kaca	0,94	0,40
11.	Karet pada beton kering	1,00	0,80
12.	Tembaga pada besi cor	1,05	0,29

4. Gaya Sentripetal

Pada bab III Anda telah mengetahui bahwa benda yang mengalami gerak melingkar beraturan mengalami percepatan sentripetal. Arah percepatan sentripetal selalu menuju ke pusat lingkaran dan tegak lurus dengan vektor kecepatan. Menurut Hukum II Newton, percepatan ditimbulkan karena adanya gaya. Oleh karena itu



Gambar 4.10 Gaya sentripetal

Sumber: Fisikadasar.blogspot.com

percepatan sentripetal ada karena adanya gaya yang menimbulkannya, yaitu gaya sentripetal. Pada hukum II Newton dinyatakan bahwa gaya merupakan perkalian antara massa benda dan percepatan yang dialami benda tersebut. Sesuai hukum tersebut, hubungan antara percepatan sentripetal dapat dituliskan sebagai berikut.

$F_s = ma_s$, karena $a_s = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$ maka:

$$F_s = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r$$

..... (4.7)

keterangan:

F_s = gaya sentripetal (N)

m = massa benda (kg)

v = kecepatan linear (m/s)

r = jari-jari lingkaran (m)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

gaya sentripetal pada gerak melingkar berfungsi untuk merubah arah gerak benda. gaya sentripetal tidak mengubah besarnya kelajuan benda. setiap benda yang mengalami gerak melingkar pasti memerlukan gaya sentripetal. Misalnya planet-planet yang mengitari matahari, elektron-elektron yang mengorbit inti atom, dan batu yang diikat dengan tali dan diputar.

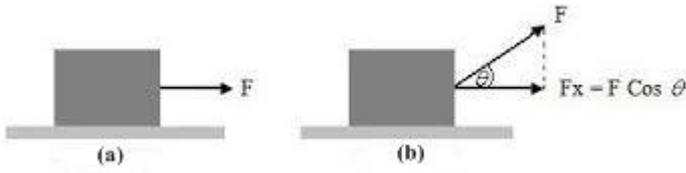
C. Penerapan Hukum Newton

Pada kehidupan sehari-hari Anda dapat menemui contoh penerapan hukum-hukum Newton. Dalam subbab ini anda akan membahas beberapa contoh penerapan hukum-hukum Newton. Misalnya pada gerak lurus, gerak vertikal, dan gerak melingkar beraturan.

Untuk menyelesaikan permasalahan yang menggunakan hukum I dan II Newton pada suatu benda, ada beberapa catatan. Pertama, gambarlah diagram secara terpisah yang menggambarkan semua gaya yang bekerja pada benda tersebut. Kedua, gambar yang searah dengan perpindahan benda dianggap positif, sedangkan gaya yang berlawanan arah dengan perpindahan benda dianggap negatif.

1. Gerak Benda pada Bidang Datar

Perhatikan gambar 4.11 berikut.



Gambar 4.11 (a) balok pada bidang datar licin ditarik horizontal (b) balok pada bidang datar licin ditarik dengan membentuk sudut θ .

Gambar 4.11 menunjukkan sebuah benda yang terletak di atas bidang datar yang licin ditarik dengan gaya sebesar F . Ternyata benda tersebut bergerak dengan percepatan a . Karena benda bergerak horizontal (sumbu X), maka persamaannya dapat ditulis sebagai berikut.

$$a = \frac{\sum F}{m} \text{ atau } a = \frac{F}{m} \dots\dots\dots (4.8)$$

Sedangkan gambar (b) sebuah benda ditarik dengan gaya sebesar F dengan membentuk sudut θ , sehingga persamaannya dapat ditulis sebagai berikut.

$$F_x = F \cos \theta \dots\dots\dots (4.9)$$

Sesuai hukum II Newton, percepatan benda adalah sebagai berikut.

$$a = \frac{F \cos \theta}{m} \dots\dots\dots (4.10)$$

Contoh Soal 4.5

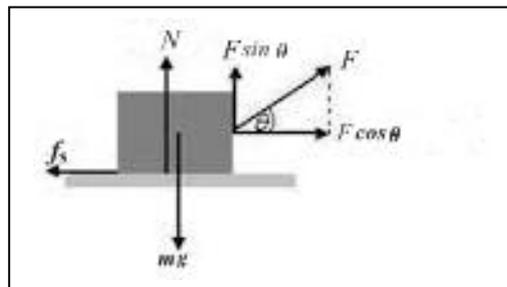
1. Zainal melakukan kerja bakti bersama warga di kampungnya. Zainal menarik kayu yang berbentuk balok yang di letakkan pada bidang datar kasar dengan gaya 31 N. Jika massa kayu adalah 4 kg, gaya gesek yang bekerja 3 N, dan percepatan gravitasi 10 m/s². Serta sudut yang dibentuk terhadap bidang horizontal adalah 30°, maka berapakah percepatan naik balok?

Penyelesaian:

- Diketahui: $F = 31 \text{ N}$
 $m = 4 \text{ kg}$
 $f_g = 3 \text{ N}$
 $g = 10 \text{ m/s}^2$
 $\theta = 30^\circ$

Ditanya: $a = \dots?$

Dijawab:



$$\begin{aligned} \sum F &= m.a \\ F - w \sin \theta - f_g &= m.a \\ F - m.g \sin \theta - f_g &= m.a \\ 30 - (4.10 \sin 30^\circ) - 3 &= 4.a \\ 30 - (4.10 (0,5)) - 3 &= 4.a \\ a &= 2 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

2. Sebuah almari memiliki massa 25 kg di dorong oleh Edi, dengan sudut 30° . Jika almari bergerak dengan percepatan konstan $\frac{1}{4}\sqrt{3} \text{ m/s}^2$, maka tentukan besar gaya dorong Edi!

Penyelesaian:

Diketahui: $m = 25 \text{ kg}$

$$a = \frac{1}{4}\sqrt{3} \text{ m/s}^2$$

$$\theta = 30^\circ$$

Ditanya: $F = \dots?$

Dijawab:

$$\sum F = ma$$

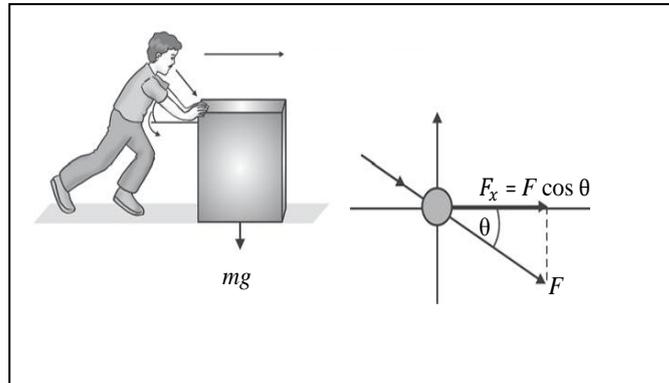
$$F \cos \theta = ma$$

$$F \cos 30^\circ = (25) \left(\frac{1}{4}\sqrt{3}\right)$$

$$F \frac{1}{2}\sqrt{3} = (25) \left(\frac{1}{4}\sqrt{3}\right)$$

$$F = \frac{(25) \left(\frac{1}{4}\sqrt{3}\right)}{\frac{1}{2}\sqrt{3}}$$

$$F = 12,5 \text{ N}$$



Jadi Edi mendorong almari tersebut dengan gaya sebesar 12,5 N

2. Gerak Benda pada Bidang Miring

Gambar 4.12 menunjukkan sebuah benda yang bermassa m bergerak menuruni bidang miring licin yang membentuk sudut θ terhadap bidang horizontal. Dalam hal ini kita anggap untuk sumbu x ialah bidang miring, sedangkan sumbu y adalah tegak lurus pada bidang miring. Komponen-komponen gaya beratnya adalah sebagai berikut.

Komponen gaya berat pada sumbu y , yaitu:

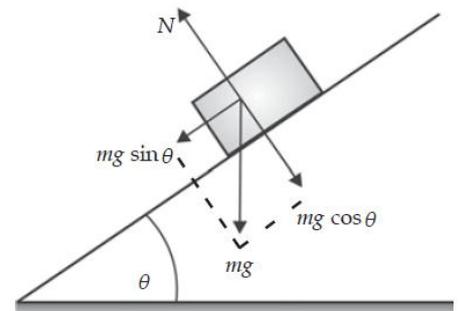
$$w_y = mg \cos \theta$$

Gaya-gaya yang bekerja pada sumbu y adalah sebagai berikut.

$$\sum F_y = N - w_y$$

Atau

$$\sum F_y = N - mg \cos \theta$$



Gambar 4.12 benda bergerak pada bidang miring

Sumber: dokumen pribadi

Karena benda tidak bergerak pada sumbu y , berarti $a_y = 0$, sehingga:

$$\sum F_y = 0$$

$$N - mg \cos \theta = 0$$

$$N = mg \cos \theta$$

..... (4.11)

Sedangkan komponen gaya berat pada sumbu x, yaitu:

$$W_x = mg \sin \theta$$

Gaya-gaya yang bekerja pada sumbu x adalah:

$$\sum F_x = mg \sin \theta$$

Karena benda bergerak pada sumbu x, berarti besarnya percepatan benda dapat dihitung sebagai berikut:

$$\sum F_x = ma$$

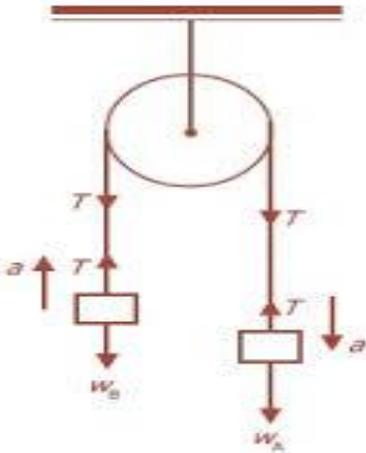
$$mg \sin \theta = ma$$

$$a = g \sin \theta$$

..... (4.12)

3. Gerak Dua Benda yang Dihubungkan dengan Katrol

Gambar 4.13 menunjukkan dua buah balok A dan B yang dihubungkan dengan seutas tali melalui sebuah katrol licin dan massa katrol diabaikan. Apabila massa A lebih besar dari massa B ($m_A > m_B$), maka benda A akan bergerak turun dan B akan bergerak naik. Karena massa katrol dan gesekan pada katrol diabaikan, maka selama sistem bergerak besarnya tegangan pada kedua ujung tali adalah sama yaitu T . Selain itu, percepatan yang dialami oleh masing-masing benda adalah sama yaitu sebesar a .



Gambar 4.13 Dua buah benda dihubungkan dengan tali melalui sebuah katrol
 Sumber: Fisikazone.com

Dalam menentukan persamaan gerak berdasarkan hukum II Newton, kita pilih gaya-gaya yang searah dengan gerak benda diberi tanda positif (+), sedangkan gaya-gaya yang berlawanan dengan gerak benda diberi tanda negatif (-).

Resultan gaya yang bekerja pada benda A adalah:

$$\sum F_A = m_A a$$

$$w_A - T = m_A a$$

..... (4.13)

Resultan gaya yang bekerja pada benda B adalah:

$$\sum F_B = m_B a$$

$$T - w_B = m_B a$$

..... (4.14)

Dengan menjumlahkan persamaan (4.13) dan persamaan (4.14) didapatkan:

$$w_A - w_B = m_A a + m_B a$$

$$(m_A - m_B)g = (m_A + m_B)a$$

$$a = \frac{(m_A - m_B)g}{(m_A + m_B)} \dots\dots\dots (4.15)$$

Besarnya tegangan tali (T) dapat ditentukan dengan mensubstitusikan persamaan (4.13) atau (4.14), sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$T = w_A - m_A a = m_A g - m_A a = m_A (g - a) \dots\dots\dots (4.16)$$

Atau

$$T = m_B a + w_B = m_B a + m_B g = m_B (a + g) \dots\dots\dots (4.17)$$

4. Gaya Tekan Kaki pada Lantai Lift

Pada gedung-gedung bertingkat, tidaklah mungkin orang naik turun menggunakan tangga. Selain memerlukan waktu lama juga memerlukan energi yang tidak sedikit/melelahkan. Tentu Anda pernah menaiki lift. Apa yang Anda rasakan saat lift diam, naik, dan turun?

Suatu hal aneh terjadi saat bobot seseorang yang sedang menaiki lift ditimbang. Bobot orang tersebut ternyata berbeda ketika lift diam, bergerak turun, dan bergerak naik. Bagaimana hal tersebut dapat terjadi? Menurut hukum-hukum Newton, hal tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 4.14 Seseorang di dalam lift

Sumber: fisiknewton.blogspot.com

a. Lift dalam keadaan diam atau bergerak dengan kecepatan konstan.

Komponen gaya pada sumbu y adalah:

$$\sum F_y = N - w$$

Dalam hal ini, lift dalam keadaan diam atau bergerak dengan kecepatan konstan pada sumbu y , berarti $a_y = 0$, sehingga:

$$\sum F_y = 0$$

$$N - w = 0$$

$$N = w = mg \dots\dots\dots (4.18)$$

Jadi, gaya tekan kaki pada saat lift diam atau bergerak dengan kecepatan konstan adalah sama dengan berat orang tersebut.

b. Lift bergerak naik.

Komponen gaya pada sumbu y adalah:

$$\sum F_y = N - w$$

Dalam hal ini, lift bergerak ke atas mengalami percepatan a , sehingga:

$$\sum F_y = ma$$

$$N - w = ma$$

$$N = w + (ma)$$

..... (4.19)

c. Lift bergerak turun.

Komponen gaya pada sumbu y adalah:

$$\sum F_y = w - N$$

Dalam hal ini, lift bergerak ke bawah mengalami percepatan a , sehingga:

$$\sum F_y = ma$$

$$w - N = ma$$

$$N = w - (ma)$$

..... (4.20)

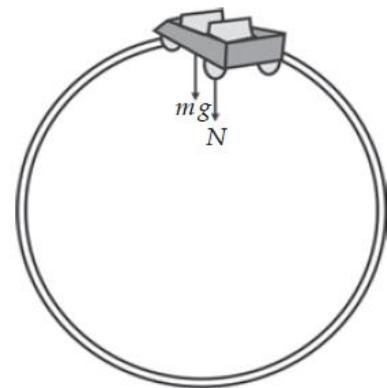
Catatan: apabila lift mengalami perlambatan, maka percepatan $a = -a$.

5. Gerak Melingkar Vertikal

Pernahkah Anda melihat permainan kereta luncur? Permainan kereta luncur merupakan contoh gerak melingkar vertikal. Mengapa kereta luncur tidak jatuh ke bawah saat berada di titik tertinggi lintasan?

Saat kereta luncur berada di titik tertinggi lintasan dalam keadaan diam? Maka resultan gaya ke bawah ($N + mg$) yang tidak nol akan menghasilkan percepatan ke bawah. Percepatan inilah yang menyebabkan kereta luncur akan jatuh ke bawah. Namun, jika kereta bergerak dengan kelajuan tertentu, maka kereta akan menempuh gerak melingkar vertikal. Gerak melingkar vertikal memerlukan gaya sentripetal. Pada kasus ini gaya sentripetal diberikan oleh resultan gaya $N + mg$. Karena alasan itulah kereta luncur yang bergerak dengan kelajuan tertentu tidak akan jatuh ke bawah.

Berapakah kelajuan minimum yang harus dimiliki kereta luncur saat berada di titik tertinggi lintasan? Perhatikan gaya-gaya yang bekerja pada kereta. Ada dua gaya yang menuju ke pusat lingkaran, yaitu gaya berat ($w = mg$) dan gaya normal (N). Resultan kedua gaya ini



Gambar 4.15 Gaya yang bekerja pada kereta luncur saat berada di titik tertinggi lintasan.

Sumber: dokumen pribadi

memberikan percepatan sentripetal a_s . Berdasarkan hukum II Newton, untuk arah vertikal dengan memilih arah ke bawah (menuju pusat) bernilai positif, sehingga:

$$\sum F_s = ma_s \quad \dots\dots\dots (4.21)$$

$$N + mg = m + \frac{v^2}{r}$$

Kelajuan minimum tertentu kereta juga disebut kelajuan kritis (v_k). Kelajuan ini diperoleh untuk $N = 0$. Sehingga persamaannya menjadi:

$$N + mg = m + \frac{v_k^2}{r} \quad \dots\dots\dots (4.22)$$

$$v_k = \sqrt{gr}$$

Contoh Soal 4.5

1. Adit akan menyumbangkan buku ke panti asuhan. Buku tersebut dimasukkan ke dalam kardus kemudian dinaikkan ke truk dengan menggunakan bidang miring. Jika massa buku 40 kg dan gaya yang dikeluarkan Adit sebesar 300 N. Jika gaya gesek adalah 16 N dan sudut yang dibentuk adalah 37° terhadap arah horizontal serta percepatan gravitasi di tempat itu 10 m/s^2 , maka tentukan percepatan gerak benda tersebut!

Penyelesaian:

- Diketahui: $m = 40 \text{ kg}$
- $F = 300 \text{ N}$
- $f_g = 16 \text{ N}$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$
- $\theta = 37^\circ$

Ditanya: $a = \dots?$

jawab:

$$F_x = ma$$

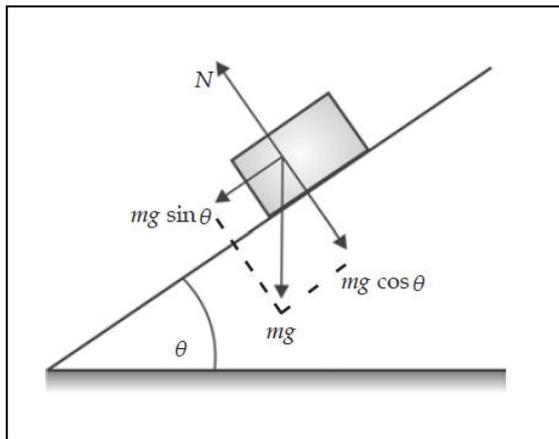
$$F - w \sin 37^\circ - f_g = ma$$

$$F - mg \sin 37^\circ - f_g = ma$$

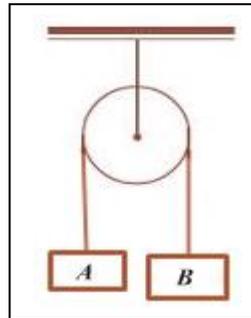
$$300 - (40)(10) (0,6) - 16 = 40a$$

$$44 = 40 a$$

$$a = 1,1 \text{ m/s}^2$$



2. Dua buah balok A dan B dihubungkan dengan tali melalui katrol (katrol dianggap licin). Jika massa balok A = 1 kg, massa balok B = 3 kg, dan percepatan gravitasi 10 m/s^2 , hitunglah:
- Percepatan gerak sistem balok
 - Tegangan tali



Penyelesaian:

Diketahui: $m_A = 1 \text{ kg}$

$$m_B = 3 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanya: a. $a = \dots?$

b. $T = \dots?$

Jawab:

- a. Karena $m_A < m_B$, maka

$$\sum F = \sum m \cdot a$$

$$w_B - w_A = (m_A + m_B) \cdot a$$

$$m_B \cdot g - m_A \cdot g = (m_A + m_B) \cdot a$$

$$(3 \cdot 10) - (1 \cdot 10) = (1 + 3) \cdot a$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

- b. $T - w_A = m_A \cdot a$

$$T - 10 = 1 \cdot 5$$

$$T = 15 \text{ N}$$

3. Malika ingin menengok saudaranya yang di rawat di rumah sakit yang berada di lantai lima. Untuk cepat sampai ke lantai lima, malika menggunakan lift. Jika massa Malika 30 kg dan percepatan lift 3 m/s^2 , maka tentukan berat malika saat lift bergerak ke atas dipercepat dan bergerak ke bawah dipercepat! ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

Penyelesaian:

Diketahui: $m = 30 \text{ kg}$

$$a = 3 \text{ m/s}^2$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Ditanya: $w = \dots?$ (lift bergerak ke atas)

$w = \dots?$ (lift bergerak ke bawah)

Jawab:

- Lift bergerak ke atas

$$\begin{aligned}w &= N \\ &= w + (ma) \\ &= (mg) + (ma) \\ &= (30 \cdot 10) + (30 \cdot 3) \\ &= 390 \text{ N}\end{aligned}$$

- Lift bergerak ke bawah

$$\begin{aligned}w &= N \\ &= w - (ma) \\ &= (mg) - (ma) \\ &= (30 \cdot 10) - (30 \cdot 3) \\ &= 210 \text{ N}\end{aligned}$$

4. Rina memutar secara vertikal sebuah ember yang berisi air dengan jari-jari 0,8 m. Jika gaya gravitasi $9,8 \text{ m/s}^2$, maka tentukan kelajuan minimum ember agar air di dalamnya tidak tumpah!

Penyelesaian:

Diketahui: $r = 0,8 \text{ m}$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2,$$

Ditanya: $v_k = \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned}v_k &= \sqrt{gr} \\ &= \sqrt{9,8 \times 0,8} \\ &= \sqrt{7,84} \\ &= 2,8 \text{ m/s}\end{aligned}$$

PERAHU LAYAR DAN KAPAL LAUT

Kapal butuh dorongan, salah satunya dorongan dari angin. Tanpa angin kapal tidak dapat berjalan.

وَمِنْ آيَاتِهِ الْجَوَارِ فِي الْبَحْرِ كَالْأَعْلَمِ ﴿٣٢﴾
 إِنَّ يَشَأْ يُسْكِنِ الرِّيحَ فَيَظَلُّنَّ رَوَاكِدَ عَالِي
 ظَهْرِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّكُلِّ صَبَّارٍ شَكُورٍ ﴿٣٣﴾

Artinya:

“dan di antara tanda-tanda kekuasaan-Nya ialah kapal-kapal di tengah (yang berlayar) di laut seperti gunung-gunung. Jika Dia menghendaki, Dia akan menenangkan angin, Maka jadilah kapal-kapal itu terhenti di permukaan laut. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kekuasaannya) bagi Setiap orang yang banyak bersabar dan banyak bersyukur”. (QS. Asy- Syuura: 32-33)

Tanpa angin, kapal tidak dapat berjalan karena tidak ada kekuatan alam yang mendorongnya. Mungkinkah kekuatan angin diganti oleh kekuatan lain? Sangat mungkin. Dayung adalah alat alternatif untuk menggerakkan kapal, tepatnya perahu. Dayung berfungsi seperti tangan orang berenang, mendorong air ke belakang sehingga perahu dapat dorongan ke depan.



Sumber: shaktyyy.wordpress.com

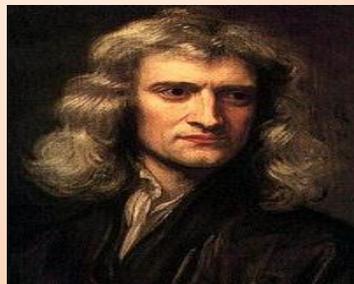
T O K O H F I S I K A



Al Biruni
(973-1048)

Al Biruni merupakan salah satu ilmuwan sebelum Newton yang mempelajari gaya tarik bumi. Selain itu, Al Biruni juga berhasil mengukur berat jenis beberapa logam dan batuan serta berhasil mengukur jari-jari bumi sebesar 6339,6 km yang digunakan sebagai acuan selama 500 tahun

T O K O H F I S I K A



Sir Isaac Newton
(1643-1727)

Sir Isaac Newton adalah ilmuwan terbesar sepanjang abad. Newton adalah seorang ahli matematika, astronomi, fisika, filsafat, guru besar, dan banyak gelar lainnya. Ia menemukan hukum gravitasi, hukum gerak, kalkulus, teleskop pantul, dan spektrum. Bukunya yang terkenal berjudul *Principia* dan *Optika*.

RANGKUMAN

1. Dinamika adalah ilmu yang mempelajari tentang gerak dengan meninjau penyebab terjadinya gerak.
2. Gaya adalah dorongan atau tarikan yang menyebabkan sebuah benda bergerak.
3. Hukum I Newton menyatakan bahwa “Jika resultan gaya pada suatu benda sama dengan nol, maka benda yang diam akan tetap diam dan benda yang bergerak akan tetap bergerak dengan kecepatan tetap.

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

4. Hukum II Newton menyatakan bahwa “Percepatan yang dihasilkan oleh resultan gaya yang bekerja pada suatu benda berbanding lurus dengan resultan gaya dan berbanding terbalik dengan massa benda”.

$$\mathbf{a} = \frac{\sum \mathbf{F}}{m}$$

5. Hukum III Newton menyatakan bahwa “Jika benda A memberikan gaya pada benda B, gaya yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan diberikan oleh benda B pada benda A”.

$$\mathbf{F}_{\text{aksi}} = -\mathbf{F}_{\text{reaksi}}$$

6. Ada beberapa jenis gaya antara lain: gaya berat, gaya normal, gaya gesek, dan gaya sentripetal.
7. Gaya berat (w) merupakan gaya gravitasi yang bekerja pada suatu benda.

$$\mathbf{w} = m\mathbf{g}$$

8. Gaya gesek adalah gaya yang bekerja antara dua permukaan benda yang saling bersentuhan.

$$f_g = \mu N$$

9. Gaya sentripetal adalah gaya yang menimbulkan percepatan sentripetal.

$$F_s = m \frac{v^2}{r} = m\omega^2 r$$

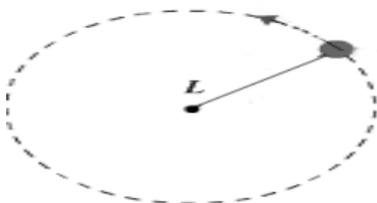
Uji Kompetensi

**A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat antara huruf A, B, C, D, atau E!
Kemudian tuliskan pada buku latihan Anda!**

1. Jika resultan gaya yang bekerja pada sebuah benda sama dengan nol, maka:
- (1) benda tidak akan di percepat
 - (2) benda selalu diam
 - (3) perubahan kecepatan benda nol
 - (4) benda tidak mungkin bergerak lurus beraturan

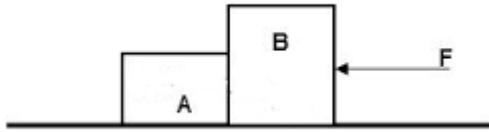
Yang benar adalah....

- A. (1),(2), dan (3)
 - B. (1) dan (3)
 - C. (2) dan (4)
 - D. (4) saja
 - E. (1), (2), (3), dan (4)
2. Ketika suatu benda diberi gaya 40 N akan mengalami percepatan sebesar 2 m/s^2 . Jika benda tersebut diberi gaya sebesar 60 N. maka percepatan benda menjadi ... m/s^2
- A. 3
 - B. 4
 - C. 5
 - D. 7
 - E. 8
3. Sebuah benda yang bermassa 200 gram diikat dengan tali ringan, kemudian diputar secara horizontal dengan kecepatan sudut tetap sebesar 5 rad/s , seperti pada gambar di bawah. Jika panjang tali $L = 60 \text{ cm}$, maka besar gaya sentripetal yang bekerja pada benda adalah ... N

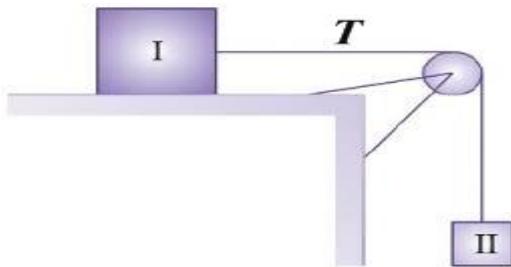


- A. 0,3
- B. 0,6
- C. 3
- D. 6
- E. 30

4. Balok A bermassa 1 kg dan balok B bermassa 2 kg terletak di atas lantai licin seperti pada gambar. Jika $F = 6$ N, maka gaya kontak antara kedua balok adalah ... N



- A. 18
B. 12
C. 8
D. 6
E. 2
5. Perhatikan gambar di bawah!



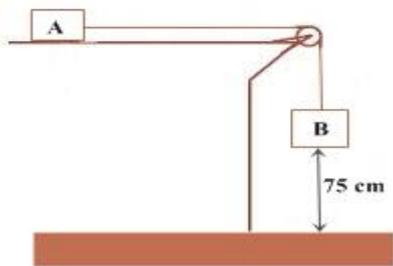
Jika massa benda I dan II adalah 6 kg dan 3 kg, serta massa katrol diabaikan, maka nilai tegangan tali T adalah... N

- A. 6
B. 14
C. 20
D. 27
E. 34
6. Sorang menarik koper bermassa 15 kg dengan seutas tali sedemikian rupa sehingga koper bergerak dengan kelajuan konstan, tali membentuk sudut θ terhadap bidang horizontal. Jika gaya yang dikerjakan oleh orang tersebut adalah 30 N dan gaya gesek antara koper dengan bidang horizontal 24 N, nilai θ adalah....
- A. 60°
B. 53°
C. 45°
D. 37°
E. 30°
7. Karena gaya rem sebesar 1.000 N, benda yang massanya 10 kg berhenti setelah menempuh jarak 2 m. Kecepatan awal benda sesaat sebelum direm adalah... m/s
- A. 10
B. 20
C. 30

- D. 40
E. 50
8. Seorang gadis bermassa 60 kg berada dalam lift yang sedang bergerak ke bawah dengan percepatan tetap 3 m/s^2 , jika $g = 10 \text{ m/s}^2$ maka desakan kaki gadis pada lantai lift sebesar....
A. 420 N
B. 570 N
C. 600 N
D. 630 N
E. 780 N
9. Johan menaikkan kayu yang bermassa 40 kg ke truk dengan menggunakan bidang miring. Jika gaya gesek 16 N dan sudut yang dibentuk terhadap arah horizontal adalah 37° , sehingga kayu bergerak dengan percepatan $1,1 \text{ m/s}^2$, maka besar gaya yang dikeluarkan oleh Johan adalah....
A. 200 N
B. 300 N
C. 400 N
D. 500 N
E. 600 N
10. Pada suatu saat kita naik bus yang sedang melaju. Jika bus direm mendadak, maka kita terdorong ke depan. Hal ini terjadi karena....
A. gaya rem bus
B. pengurangan kecepatan yang mendadak
C. gaya tarik bus terhadap kita
D. gaya dorong dari penumpang bus
E. sifat kelembaman tubuh kita

B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan tepat pada buku latihan Anda!

1. Sebuah gaya bekerja pada balok 7,5 kg, sehingga balok bergerak dengan percepatan 4 m/s^2 . Jika gaya tersebut dikerjakan pada balok bermassa 10 kg, maka menyebabkan balok bergerak dengan percepatan?
2. Dua kubus A dan B diam terhubung seperti gambar di bawah, kemudian dilepaskan. Massa kubus A dan B masing-masing 2 kg dan 3 kg, serta percepatan gravitasi 10 m/s^2 . Jika meja licin, hitunglah:



- a. percepatan jatuh kubus B.
 - b. waktu yang diperlukan kubus B menyentuh lantai.
3. Benda dengan massa 1 kg di atas bidang kasar ($\mu_s = 0.40$; $\mu_k = 0,35$) dan $g = 10 \text{ m/s}^2$. Benda diberi gaya horizontal 5 N, maka:
 - a. Apa yang terjadi pada benda tersebut?
 - b. Berapa besarnya gaya gesek dan percepatannya?
 4. Dua balok di atas permukaan kasar dihubungkan dengan tali ringan (lihat gambar), kemudian kedua balok ditarik dengan dengan gaya 10 N.



Jika $m_1 = 1,5 \text{ kg}$, $m_2 = 2,5 \text{ kg}$, koefisien gesekan masing-masing balok dengan lantai adalah 0,2 dan percepatan gravitasi 10 m/s^2 . Tentukan:

- a. Percepatan gerak sistem
 - b. Tegangan tali.
5. Sebuah benang hanya mampumenahan pada tegangan maksimal 3 N. Batu 200 g diatkan pada ujung benang dan diputar horizontal sehingga membentuk gerakan berputar dengan radius jari-jari 60 cm. Berapakah kecepatan maksimal yang diijinkan agar tali tidak putus?

Kunci jawaban

BAB I BESARAN DAN PENGUKURAN

A. Pilihan ganda

1. A
2. C
3. B
4. E
5. C
6. B
7. A
8. C
9. C
10. D

B. Uraian

1. $x = (2,33 \pm 0,33)$ gram
2. $[M]^{-1} [L]^3 [T]^{-2}$
3. (a) 5 AP (b) 6 AP (c) 1 AP (d) 3 AP (e) 2 AP
4. (a) $\sqrt{100 + 48\sqrt{3}}$ N
(b) $\sqrt{148}$ N
(c) 10 N
5. (a) -6k (b) 6k

BAB II GERAK LURUS

A. Pilihan Ganda

1. B
2. B
3. B
4. D
5. B
6. E
7. A
8. C
9. C
10. C

B. Uraian

1. (a) 50 m/s^2 (b) 0,4 s

2. (a) $OA = GLBB$ dipercepat , $AB = GLB$, $BC = GLBB$ diperlambat
(b) 40 m
3. (a) 10.000 m (b) 800 s
4. (a) 0,5 s (b) 5 m/s
5. (a) 25 s (b) 375 m

BAB III GERAK MELINGKAR

A. Pilihan Ganda

1. D
2. B
3. D
4. C
5. E
6. B
7. A
8. A
9. B
10. D

B. Uraian

1. (a) $\frac{1}{6} \pi$ rad dan $\frac{1}{12}$ putaran
(b) $\frac{1}{3} \pi$ rad dan $\frac{1}{6}$ putaran
(c) $\frac{2}{3} \pi$ rad dan $\frac{1}{3}$ putaran
2. (a) 12π rad/s
(b) $\frac{1}{6}$ s
(c) 6 Hz
3. 20 putaran per menit
4. 18 putaran per menit
5. 100 rad/s

BAB IV DINAMIKA PARTIKEL

A. Pilihan Ganda

1. B
2. A
3. C
4. E
5. C

6. D
7. B
8. A
9. B
10. E

B. Uraian

1. 3 m/s^2
2. (a) 6 m/s^2 (b) 0,15 s
3. (a) bergerak (b) 3,5 N dan $1,5 \text{ m/s}^2$
4. (a) $0,5 \text{ m/s}^2$ (b) 3,3 N
5. 3 m/s

KATA PENGANTAR

Puji syukur “Al-Hamdulillah” penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusunan bahan ajar Fisika kelas X MA berbasis integrasi Sains dan Islam dapat terselesaikan, meskipun mengalami proses yang cukup lama. Shalawat dan salam semoga tetap tercurakan kepada nabi Muhammad SAW. Semoga kita termasuk golongan yang mendapatkan syafa’atnya kelak. Amin.

Bahan ajar ini ditulis untuk siswa MA kelas X. Sasaran pengguna bahan ajar ini untuk sekolah dengan siswa beragama Islam, karena bahan ajar ini berisi materi fisika kaitannya dengan Al-Qur’an dan nilai-nilai agama. Setelah mempelajari bahan ajar ini, siswa diharapkan mempunyai pengetahuan dan pemahaman baru tentang hubungan sains dan agama, khususnya fisika.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan bahan ajar ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan bahan ajar ini sangat penulis harapkan. Tidak lupa mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan dan penyelesaian penulisan bahan ajar ini. Semoga bahan ajar ini memberikan manfaat bagi penulis, siswa, guru, dan semua pihak di lingkungan pendidikan.

Semarang, 2018

Penulis

GAMBARAN ISI BAHAN AJAR



→ **JUDUL BAB**
Berisi bab yang akan dipelajari



← **SK dan KD**
Berisi Standar kompetensi dan kompetensi dasar yang harus dicapai dalam pembelajaran

Standar Kompetensi
Menerapkan konsep dan prinsip dasar kinematika dan dinamika benda titik.

Kompetensi Dasar
1. Menganalisis besaran fisika pada gerak dengan kecepatan dan percepatan konstan.

Indikator Pembelajaran

1. Menganalisis besaran-besaran fisika pada gerak dengan kecepatan konstan.
2. Menganalisis besaran-besaran fisika pada gerak dengan percepatan konstan.
3. Menganalisis grafik gerak lurus dengan kecepatan konstan.
4. Menganalisis grafik gerak lurus dengan percepatan konstan.
5. Memiliki pengetahuan dan pemahaman baru tentang hubungan fisika, Al-Qur'an dan nilai-nilai agama.

→ **INDIKATOR**
Berisi indikator yang harus dicapai dalam mempelajari bab ini.

Tujuan Pembelajaran

1. Mampu menganalisis besaran-besaran fisika pada gerak dengan kecepatan konstan.
2. Mampu menganalisis besaran-besaran fisika pada gerak dengan percepatan konstan.
3. Mampu menganalisis grafik gerak lurus dengan kecepatan konstan.
4. Mampu menganalisis grafik gerak lurus dengan percepatan konstan.
5. Memiliki pengetahuan dan pemahaman baru tentang hubungan fisika, Al-Qur'an dan nilai-nilai agama.

→ **TUJUAN PEMBELAJARAN**
Berisi tujuan yang diharapkan dapat diperoleh setelah mempelajari bab ini.

Apersepsi

Cheetah adalah hewan darat pemangsa tercepat di dunia. Cheetah mampu mempercepat gerakanya hingga mencapai kelajuan 26 m/s lebih. Rahasia apa yang diamperkerakan Allah SWT kepada cheetah sehingga mempunyai desain tubuh yang begitu menakutkan yang membantu Cheetah mampu bergerak dengan kecepatan tinggi?

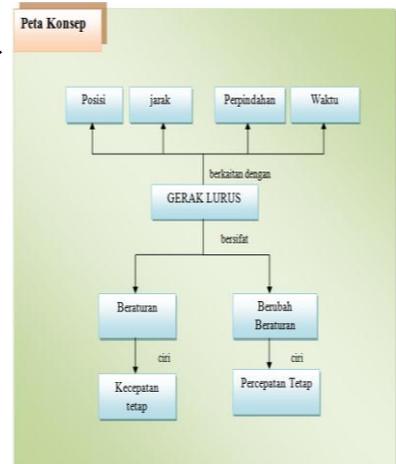


Di SMP kita telah mempelajari bahwa suatu benda dikatakan bergerak jika kedudukannya senantiasa berubah terhadap suatu titik acuan tertentu. Gerak bersifat relatif tergantung pada titik acuan yang ditetapkan. Misalnya, kita sedang duduk di dalam bus yang sedang meninggalkan terminal. Apabila bus ditetapkan sebagai titik acuan, maka kita dikatakan diam. Apabila terminal ditetapkan sebagai acuan, maka kita dikatakan bergerak terhadap terminal.

Sebelum kita mempelajari gerak, kita renungkan terlebih dahulu ayat Al-Qur'an surat yasin ayat 60-61:

أَلَمْ نُعَلِّمْهُمُ الْيَتِيمَ إِذْ قَالَ لَهُمْ كَرِهُوا عُنُقَكُمْ وَإِنْ أَعْيَبْتُكُمْ إِيَّائِكُمْ بِئْسَ بَدَأُ الْفَاعِلِينَ ﴿٦٠﴾ وَإِنْ أَعْيَبْتُكُمْ إِيَّائِكُمْ بِئْسَ بَدَأُ الْفَاعِلِينَ ﴿٦١﴾

← **PETA KONSEP**
Berisi rambu-rambu materi yang akan dipelajari.



→ **APERSEPSI**
Berisi keingintahuan peserta didik tentang materi yang akan dipelajari.

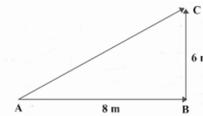
MATERI

Berisi pembahasan atau penanaman konsep sub pokok bahasan yang diintegrasikan dengan ayat Al-Qur'an dan nilai-nilai keagamaan.

A. JARAK DAN PERPINDAHAN

Sebagaimana kita telah ketahui bahwa benda dikatakan bergerak, apabila kedudukan benda tersebut berubah terhadap acuannya. Untuk menentukan jarak dan perpindahan suatu benda, digunakan sumbu koordinat x dan y sebagai kerangka acuannya, seperti Gambar 2.1.

Misalnya, Seorang anak pergi ke rumah sakit untuk menjenguk temannya. Ia berangkat dari rumah (titik A) kemudian mampir ke toko buah (titik B) untuk membeli buah yang akan dibawa ke rumah sakit. Jarak rumah dan toko buah adalah 8 m, kemudian untuk sampai ke rumah sakit ia harus belok kiri (titik C) sejauh 6 m.



Gambar 2.2 Jarak dan perpindahan
Sumber: dokumen pribadi

Panjang lintasan yang ditempuh anak tersebut adalah $AB + BC = 8 \text{ m} + 6 \text{ m} = 14 \text{ m}$. Panjang lintasan sama dengan jarak tempuh benda. sementara perpindahan anak tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus pythagoras sebagai berikut.

Contoh soal 2.2

1. Joko akan melaksanakan sholat berjama'ah di masjid. Untuk sampai ke masjid ia harus berjalan dari rumah lurus ke utara sejauh 8 m selama 6 s, kemudian berbelok ke timur lurus sejauh 6 m selama 4 s, berapakah kelajuan rata-rata dan kecepatan rata-rata joko dari rumah sampai ke masjid?

Penyelesaian:



Jarak, $x = SU + UT = 8 + 6 = 14 \text{ m}$

Perpindahan, $x = ST = \sqrt{SU^2 + UT^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \text{ m}$

selang waktu tempuh, $t = t_{SU} + t_{UT} = 6 + 4 = 10 \text{ s}$

CONTOH SOAL

Berisi contoh soal dan penyelesaiannya.

Kegiatan 2.1

A. Tujuan

Memahami gerak lurus beraturan suatu benda

B. Alat dan bahan

1. Pewaktu ketik (ticker timer)
2. Mobil-mobilan
3. Papan kayu

KEGIATAN

Berisi aktivitas yang dilakukan peserta didik berupa praktikum sederhana yang menunjang materi.

INFORMASI

GUNUNG BERGERAK

وَبَرَى الْجِبَالِ كَيْفَ هِيَ وَهِيَ كَأَنَّهَا كَالْإِبْرَةِ الَّتِي يُصْنَعُ اللَّهُ الَّذِي أَنْفَعَنَ كُلَّ شَيْءٍ إِنَّهُ خَبِيرٌ بِمَا تَفْعَلُونَ

Artinya:

Dan kamu Lihat gunung-gunung itu, kamu sangka Dia tetap di tempatnya, Padahal ia berjalan sebagai jalannya awan. (Begitulah) perbuatan Allah yang membuat dengan kokoh tiap-tiap sesuatu; Sesungguhnya Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan. (QS. An-Naml: 88)

Sebagian ahli tafsir berpandangan bahwa ayat di atas menerangkan keadaan di dunia sekarang. Gunung-gunung yang tampaknya diam dan selalu berada di tempatnya, sesungguhnya tidak demikian. Gunung-gunung yang kokoh berdiri di bumi juga bergerak dan berjalan, seperti awan di langit. Hal ini memang tidak terlihat oleh mata awam, dan mungkin hanya diketahui oleh para ilmuwan yang memahami sifat-sifat dan karakter bumi. Demikianlah ciptaan Allah yang luar biasa, diciptakan dengan sangat teliti dan sempurna.

INFORMASI

Berisi informasi tambahan yang berkaitan dengan materi yang dipelajari.

TOKOH FISIKA



Galileo

Galileo (1564-1642) lahir pada tanggal 15 Februari 1564 di Pisa, Italia. Ayah Galileo bernama Vincenzo Galilei seorang ahli matematika dan musik yang mempunyai perusahaan kecil di kota Pisa.

Karya Galileo sangat banyak dan semua gagasan dan teorinya selalu dia uji dahulu melalui eksperimen. Konsep-konsep fisika akarya Galileo antara lain tentang prinsip benda-benda jatuh bebas, konsep partikel dan gerak, prinsip bandul (pendulum), pusat gaya berat, konsep helio sentris, membuat termometer, memuat teleskop, memuat mikroskop, pompa penghisap pertama, dan penelitannya tentang planet-planet (Yupiter, Venus, Merkurius, Saturnus), dan bulan.

Galileo dapat disebut sebagai Bapak Zaman Eksperimental dan orang yang meletakkan dasar-dasar ilmu pengetahuan modern. Galileo adalah tokoh ke 13 dalam bukunya Michael Hart yang berjudul "Seratus Tokoh yang Paling Berpengaruh Dalam Sejarah". Galileo meninggal pada tanggal 8 Januari 1642.

TOKOH FISIKA

Berisi informasi mengenai tokoh yang berjasa bagi ilmu pengetahuan terutama bidang fisika.

RANGKUMAN

1. Suatu benda dikatakan bergerak apabila kedudukannya senantiasa berubah terhadap suatu titik acuan tertentu. gerak lurus adalah gerak benda yang lintasannya berupa garis lurus.
2. Jarak adalah panjang lintasan yang ditempuh benda dengan tidak memperhatikan arah. Perpindahan adalah perubahan kedudukan suatu benda dengan memperhatikan arah. Jarak termasuk besaran skalar sedangkan perpindahan adalah besaran vektor.
3. Rumus kelajuan rata-rata

$$\bar{v} = \frac{x}{t}$$
4. Rumus kecepatan rata-rata

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$
5. Rumus percepatan rata-rata

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$
6. Gerak lurus beraturan adalah gerak suatu benda yang lintasannya berupa garis lurus dan kecepatannya konstan.
7. Gerak lurus berubah beraturan adalah gerak suatu benda yang lintasannya berupa garis lurus dan percepatannya konstan.
8. Gerak jatuh bebas adalah gerak suatu benda yang dijatuhkan dari suatu ketinggian tanpa kecepatan awal.

→ **RANGKUMAN**
 Berisi ringkasan dari uraian materi pada setiap bab

Uji Kompetensi

A. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat antara huruf A, B, C, D, atau E! Kemudian tuliskah pada buku latihan Anda!

1. Sebuah mobil sport dapat dipercepat dari keadaan diam sampai mencapai kecepatan 108 km per jam dalam waktu 6 sekon. Percepatan mobil tersebut adalah...
 A. 4 m/s^2
 B. 5 m/s^2
 C. 6 m/s^2
 D. 8 m/s^2
 E. 12 m/s^2

← **UJI KOMPETENSI**
 Berisi soal-soal dari materi yang telah dipelajari.

2. Jika gerak suatu benda digambarkan seperti gambar di bawah, jarak yang di tempuh benda selama 4 sekon adalah ...

Kunci jawaban

BAB I BESARAN DAN PENGUKURAN
 A. Pilihan ganda

1. A
2. C
3. B
4. E
5. C
6. B
7. A
8. C
9. C
10. D

B. Uraian

1. $x = (2,33 \pm 0,33)$ gram
2. $[M]^1 [L]^1 [T]^2$
3. (a) 5 AP (b) 6 AP (c) 1 AP (d) 3 AP (e) 2 AP

→ **KUNCI JAWABAN**
 Berisi jawaban soal uji kompetensi, berguna sebagai evaluasi mandiri bagi peserta didik.

← **DAFTAR PUSTAKA**
 Berisi sumber rujukan dalam penyusunan bahan ajar.

Daftar Pustaka

Al-Mahali, Imam Jalaluddin dan Imam Jalaluddin as-suyuthi. *Terjemahan Tafhir Jalalan berikat Ashabun Nuzul*. Bandung: Sinar Baru Algensindo. 1990.

Giancoli, Douglas C. *Fisika I*. Jakarta: Erlangga. 1999

Halim, Samir Abdul., dkk. *Ensiklopedia Sains Islami*. Tangerang: PT. Kamil Pustaka. 2015

Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an. *Penciptaan Bumi dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains (Tafhir Ilmi)*. Jakarta: Kementerian Agama RI. 2012.

Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an. *Penciptaan Jagat Raya dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains (Tafhir Ilmi)*. Jakarta: Kementerian Agama RI. 2012.

Purwanto, Agus. *Nalar Ayat-Ayat Somesta*. Bandung: Mizan. 2012.

Resnick, Halliday. *Fisika*. Jakarta: Erlangga. 2010.

Shihab, M. Quraish. *Tafhir Al-Mabah: pesan kesan dan keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Ienterahati. 2002.

Subagya, Hari dan Agus Taranggono. *Sains Fisika I SMA/MA*. Jakarta: Bumi Aksara. 2007.

Supiyanto. *Fisika I untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Phibeta. 2006.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Gambaran Isi Bahan Ajar	ii
Daftar isi	v
BAB I BESARAN DAN PENGUKURAN	1
SK dan KD	1
Indikator dan Tujuan Pembelajaran	2
Peta Konsep.....	3
Apersepsi.....	4
A. Besaran dan Satuan	4
B. Dimensi	6
C. Pengukuran	10
D. Ketidakpastian Pengukuran	17
E. Angka Penting	19
F. Besaran Skalar dan Besaran Vektor	22
Tokoh Fisika.....	34
Rangkuman.....	35
Uji Kompetensi	36
BAB II GERAK LURUS	39
SK dan KD	39
Indikator dan Tujuan Pembelajaran	40
Peta Konsep.....	41
Apersepsi	42
A. Jarak dan Perpindahan.....	43
B. Kecepatan dan Kelajuan.....	45
C. Percepatan dan Perlajuan	48
D. Gerak Lurus Beraturan (GLB)	49
E. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)	53
F. Gerak Jatuh Bebas	57
Tokoh Fisika.....	60

Rangkuman.....	61
Uji Kompetensi	62
BAB III GERAK MELINGKAR	67
SK dan KD	67
Indikator dan Tujuan Pembelajaran	68
Peta Konsep.....	69
Apersepsi.....	70
A. Besaran-besaran dalam Gerak Melingkar	70
B. Hubungan antara Besaran Translasi dan Rotasi	77
C. Gerak Melingkar Beraturan.....	79
D. Gerak Melingkar Berubah Beraturan	79
E. Hubungan Roda-roda	82
Tokoh Fisika.....	86
Rangkuman.....	87
Uji Kompetensi	88
BAB IV DINAMIKA PARTIKEL	91
SK dan KD	91
Indikator dan Tujuan Pembelajaran	92
Peta Konsep.....	93
Apersepsi.....	94
A. Hukum-hukum Newton.....	94
B. Jenis-jenis Gaya.....	101
C. Penerapan Hukum Newton.....	105
Tokoh Fisika.....	115
Rangkuman.....	116
Uji Kompetensi	117
Kunci Jawaban	121
Daftar pustaka	124

Daftar Pustaka

- Al-Mahali, Imam Jalaluddin dan Imam Jalaluddin as-suyuthi. *Terjemahan Tafsir Jalalain berikut Asbabun Nuzul*. Bandung: Sinar Baru Algensindo. 1990.
- Giancoli, Douglas C. *Fisika I*. Jakarta: Erlangga. 1999
- Halim, Samir Abdul., dkk. *Ensiklopedia Sains Islami*. Tangerang: PT. Kamil Pustaka. 2015
- Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an. *Penciptaan Bumi dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains (Tafsir Ilmi)*. Jakarta: Kementerian Agama RI. 2012.
- Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an. *Penciptaan Jagat Raya dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains (Tafsir Ilmi)*. Jakarta: Kementerian Agama RI. 2012.
- Purwanto, Agus. *Nalar Ayat-Ayat Semesta*. Bandung: Mizan. 2012.
- Resnick, Halliday. *Fisika*. Jakarta: Erlangga. 2010.
- Shihab,M. Quraish. *Tafsir Al-Misbah: pesan kesan dan keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: lenterahati. 2002.
- Subagya,Hari dan Agus Taranggono. *Sains Fisika I SMA/MA*. Jakarta: Bumi Aksara. 2007.
- Supiyanto. *Fisika I untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Phibeta. 2006.
- Supriyanto dan Sumarno. *Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Semarang: CV. Aneka Ilmu. 2006.
- Tipler, Paul A. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga. 1998.

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Zulis Tianingrum
2. Tempat dan Tgl. Lahir : Pati, 19 Juni 1993
3. Alamat Rumah : Ds. Kletek Kec. Pucakwangi Kab.
Pati
HP : 082243094314
E-mail : zulidriz70@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:
 - a. SD N Kletek tahun 1999 – 2005
 - b. MTs Matholi'ul Huda Pucakwangi tahun 2005 – 2008
 - c. MA Matholi'ul Huda Pucakwangi tahun 2018 – 2011
 - d. UIN Walisongo Semarang tahun 2012
2. Pendidikan Non-Formal:

Semarang, 19 Januari 2018

Zulis Tianingrum

123611030