

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA KELAS X  
SMA/MA BERBASIS KEARIFAN LOKAL PADA MATERI  
PENGUKURAN, GERAK BENDA, DAN  
HUKUM-HUKUM NEWTON**

**SKRIPSI**

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



Oleh :

**AHMAD FAHMI SIDIK**

NIM : 133611069

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



**WALISONGO**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Fahmi Sidik  
NIM : 133611069  
Jurusan : Pendidikan  
Program Studi : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA KELAS X SMA/MA BERBASIS  
KEARIFAN LOKAL PADA MATERI PENGUKURAN, GERAK BENDA,  
DAN HUKUM-HUKUM NEWTON**

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

Semarang, 16 Januari 2018  
Pembuat Pernyataan,



*Afahmi.s*

Ahmad Fahmi Sidik  
NIM: 133611069



**WALISONGO**



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 Bahan Ajar Fisika Kelas X SMA/MA  
Berkas Kearifan Lokal Pada Materi Pengukuran,  
Gerak Benda, Dan Hukum-Hukum Newton

Nama : Ahmad Fahmi Sidik

NIM : 133611069

Program Studi : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam sidang *monopassyon* 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, 16 Januari 2018

DEWAN PENGUJI

Ketua

Filiris, M. Ag

NIP: 19771130 20070

Sekretaris

Arshid, M. Sc

NIP: 19812 201101 2011

Hanggi

Agus Sudarmanto, M. Sc

NIP: 19770823200912 10

Penguji II

Anis Khaliq, M. Sc

NIP: 19821009 20110 1 1010

Pembimbing I,

Andi Fadlan, S. Si, M. Sc

NIP: 19860915 200501 1 006

Pembimbing II,

Muhammad Ardi Khalif, M. Sc

NIP: 19821009 20110 1 1010



**WALISONGO**

## NOTA DINAS

Semarang, 16 Januari 2018

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

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

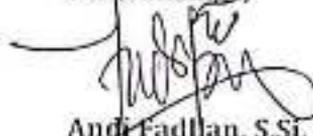
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X SMA/MA  
Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Pengukuran,  
Gerak Benda, Dan Hukum-Hukum Newton  
Nama : Ahmad Fahmi Sidik  
NIM : 133611069  
Program Studi : Pendidikan Fisika

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

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Pembimbing I,



Andi Fadlan, S.Si, M. Sc

MP. 19800915 200501 1 006



**WALISONGO**

**NOTA DINAS**

Semarang, 16 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 Bahan Ajar Fisika Kelas X SMA/MA Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda, Dan Hukum-Hukum Newton**  
Nama : Ahmad Fahmi Sidik  
NIM : 133611069  
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,



**Muhammad Ardhi Khalif, M. Sc**  
NIP. 19821009 20110 1 1010



**WALISONGO**

## ABSTRAK

Judul : **PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA KELAS X SMA/MA BERBASIS KEARIFAN LOKAL PADA MATERI PENGUKURAN, GERAK BENDA, DAN HUKUM-HUKUM NEWTON**

Penulis : AHMAD FAHMI SIDIK

NIM : 133611069

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prosedur pengembangan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal untuk peserta didik kelas X SMA/MA pada materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-hukum Newton, serta Mengetahui kualitas bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal untuk peserta didik kelas X SMA/MA pada materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-hukum Newton ditinjau pada aspek kelayakan isi, aspek penyajian materi, aspek komponen pembahasan, dan aspek komponen kegrafikan. Penelitian dan pengembangan ini menggunakan model Borg and Gall yang disederhakan menjadi enam tahap yaitu Studi pendahuluan (*Initial Study/Research and Information Collection*), Perencanaan Produk (*Planning*), Pengembangan Produk (*Develop Preliminary Form of Product*), Validasi Produk (*Preliminary Field Testing*), Revisi Produk (*Main Product Revision*), dan Uji Lapangan (*Main Field Testing*). Instrumen berupa angket digunakan untuk menilai kualitas bahan ajar menggunakan skala *Likert* dengan empat kategori yaitu sangat baik, baik, kurang, dan sangat kurang, yang diberikan kepada ahli materi dan guru fisika, serta ahli media. Angket responden terhadap bahan ajar oleh peserta didik. Hasil dari penelitian dan pengembangan ini yaitu kualitas bahan ajar berdasarkan penilaian ahli materi dan guru fisika 87,5% dengan kategori sangat baik, ahli media 73% dengan kategori baik dan responden dari peserta didik 82% dengan kategori sangat baik. Presentase rata-rata dari ketiga ahli yaitu ahli materi, ahli media, dan guru fisika adalah 80,25% sehingga bahan ajar dikategorikan sangat baik dan layak digunakan.

**Kata kunci** : Pengembangan, Bahan Ajar, Kearifan Lokal.



**WALISONGO**

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirobbil'alamiin* segala puji dan syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala, yang telah menganugerahkan rahmat, inayah dan hidayah-Nya sehingga menjadikan kita lebih bermakna dalam menjalani hidup ini, terlebih lagi kepada peneliti sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Shalawat seta salam semoga tetap tercurah kepada Nabi Muhammad Shallallahu A'laihi Wasallam, yang telah membawa cahaya Ilahi kepada umat manusia sehingga dapat mengambil manfaatnya dalam memenuhi tugasnya sebagai khalifah di muka bumi.

Sebuah proses panjang untuk menyelesaikan skripsi ini. Banyak hambatan dalam proses penyusunan skripsi, namun dengan adanya bantuan, bimbingan, do'a, dan peran serta berbagai pihak skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, peneliti memberikan terimakasih kepada:

1. Dr. Ruswan MA. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, yang telah memberikan izin penelitian dalam rangka penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Hamdan Hadi Kusuma M. Sc selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika yang telah memberikan persetujuan atas skripsi ini.
3. Agus Sudarmanto, M. Si selaku Ketua Jurusan Fisika.
4. Andi Fadllan, M. Sc selaku dosen pembimbing I dan Muhammad Ardhi Khalif, M. Sc selaku dosen pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan arahan penelitian skripsi ini.

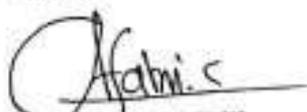
5. Joko Budi Poernomo, M. Pd dan Biaunik Niski Kumila, M. S, selaku ahli materi yang telah memberikan validasi bahan ajar fisika.
6. Wenty Dwi Yuniarty, M. Kom dan Muhammad Izzatul Faqih, M. Pd, selaku ahli media yang telah memberikan validasi bahan ajar fisika.
7. Seluruh dosen, pegawai, dan seluruh civitas akademik di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
8. Kepala SMAN 1 Tanjung Brebes beserta staf dan dewan guru yang telah membantu dan memberikan fasilitas selama penelitian berlangsung.
9. Asep Sutisno, S. Pd Guru fisika SMAN 1 Tanjung Brebes yang telah membantu pencapaian keberhasilan dalam penelitian.
10. Kepala MAN Kendal beserta staf dan dewan guru yang telah membantu dan memberikan fasilitas selama penelitian berlangsung.
11. Aida Rahmawati, S. Pd Guru fisika MAN Kendal yang telah membantu pencapaian keberhasilan dalam penelitian.
12. Bapak Abdul Rokhim dan Ibu Titin Suratmi tersayang yang selalu memberikan semangat, dukungan, dorongan, kasih serta doa kepada peneliti.
13. Mbak Sumiyati dan Rohmatun yang senantiasa memberikan doa pada peneliti setiap waktu, dan seluruh keluarga besar.
14. Pengurus takmir masjid Sirojuddin yang telah membantu dan memberikan fasilitas selama penelitian berlangsung.
15. Teman-teman Al-Fiziya 2013 yang selalu menemani dan memberi semangat.

16. Teman-teman UKM Saintek Sport dan TSC yang selalu menemani dan memberi semangat.
17. Putri Indah Nur Alfath yang senantiasa memberi semangat, memotivasi dan setia menemani selama proses penelitian skripsi.
18. Tim PPL MAN Kendal.
19. Semua pihak yang telah ikut berjasa dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Harapan dan doa peneliti, semoga apa yang telah diberikan (jasa, dukungan, dan amal) semua pihak dapat menjadi ladang pahala di surga-Nya. Peneliti menyadari bahwa penelitian skripsi ini belum mencapai kesempurnaan dalam makna sesungguhnya, akan tetapi peneliti berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi peneliti maupun bagi pembaca.

Semarang, 16 Januari 2018

Peneliti,

  
**Ahmad Fahmi Sidik**  
133611069



**WALISONGO**

## 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.....	xv
<b>BAB I: PENDAHULUAN</b>	
A. Latar belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan dan manfaat Penelitian.....	5
D. Spesifikasi Produk.....	7
E. Asumsi Pengembangan.....	9
<b>BAB II: KAJIAN TEORI</b>	
A. Deskripsi Teori.....	10
1. Bahan Ajar .....	10
2. Kearifan Lokal.....	18
3. Pengukuran.....	22
4. Gerak Benda .....	28

5. Hukum-Hukum Newton .....	33
B. Kajian Pustaka.....	34
C. Kerangka Berpikir .....	36

**BAB III: METODOLOGI**

A. Model pengembangan.....	38
B. Prosedur pengembangan .....	42
C. Subjek penelitian .....	47
D. Teknik Pengumpulan Data.....	47
E. Teknik Analisis Data.....	48

**BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Hasil Penelitian.....	51
B. Pembahasan.....	65

**BAB V: PENUTUP**

A. Kesimpulan.....	84
B. Saran .....	85

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN-LAMPIRAN**

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1	Besaran-besaran pokok	23
Tabel 2.2	Besaran-besaran turunan	23
Tabel 2.3	Lambang satuan, dimensi besaran pokok	25
Tabel 2.4	Persamaan-persamaan GLBB	29
Tabel 3.1	Skala penilaian bahan ajar	49
Tabel 3.2	Kriteria interpretasi skor	50
Tabel 4.1	Data permainan tradisional	57
Tabel 4.2	Data kebiasaan atau adat istiadat	58
Tabel 4.3	Data mata pencaharian atau profesi	58
Tabel 4.4	Data infrastruktur bangunan	59
Tabel 4.5	Saran dan masukan ahli materi dan guru fisika	62
Tabel 4.6	Saran dan masukan ahli media	63



**WALISONGO**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1	Besaran-besaran pokok	24
Tabel 2.2	Besaran-besaran turunan	25
Tabel 2.3	Lambang satuan, dimensi besaran pokok	26
Tabel 2.4	Persamaan-persamaan GLBB	30
Tabel 3.1	Skala penilaian bahan ajar	50
Tabel 3.2	Kriteria interpretasi skor	51
Tabel 4.1	Data permainan tradisional	58
Tabel 4.2	Data kebiasaan atau adat istiadat	59
Tabel 4.3	Data mata pencaharian atau profesi	59
Tabel 4.4	Data infrastruktur bangunan	60
Tabel 4.5	Saran dan masukan ahli materi dan guru fisika	63
Tabel 4.6	Saran dan masukan ahli media	64



**WALISONGO**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Kerangka berpikir pengembangan bahan ajar	36
Gambar 3.1	Prosedur pengembangan Borg and Gall	41
Gambar 3.2	Skema perencanaan penyusunan bahan ajar	43
Gambar 4.1	Sampul depan	55
Gambar 4.2	Grafik persentase kelayakan bahan ajar	72
Gambar 4.3	Kata pengantar sebelum revisi	73
Gambar 4.4	Kata pengantar setelah revisi	74
Gambar 4.5	Notion soal sebelum revisi	74
Gambar 4.6	Notion soal setelah revisi	75
Gambar 4.7	Gravitasi sebelum revisi	75
Gambar 4.8	Gravitasi setelah revisi	75
Gambar 4.9	Subbab satuan standar sebelum revisi	76
Gambar 4.10	Subbab satuan standar setelah revisi	76
Gambar 4.11	Penyesuaian gambar sebelum revisi	77
Gambar 4.12	Penyesuaian gambar setelah revisi	78
Gambar 4.13	Numbering sebelum revisi	78
Gambar 4.14	Numbering setelah revisi	79
Gambar 4.15	Komponen bahan sebelum revisi	79
Gambar 4.16	Komponen bahan setelah revisi	79
Gambar 4.17	Tabel sebelum revisi	80

Gambar 4.18 Tabel setelah revisi	80
Gambar 4.19 Cover sebelum revisi	81
Gambar 4.20 Cover setelah revisi	81
Gambar 4.21 Appendix	82

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1	Instrumen Tanya Jawab/wawancara
Lampiran 2	Hasil Tanya Jawab dengan Guru
Lampiran 3	Surat penunjukkan pembimbing
Lampiran 4	Surat izin riset dari kampus
Lampiran 5	Surat keterangan penelitian dari sekolah
Lampiran 6	Rubrik validasi ahli materi/guru fisika
Lampiran 7	Rubrik validasi ahli media
Lampiran 8	Validasi ahli materi/guru fisika
Lampiran 9	Validasi ahli media
Lampiran 10	Data validasi ahli materi/guru fisika
Lampiran 11	Data validasi ahli media
Lampiran 12	Daftar nama responden
Lampiran 13	Rubrik angket responden peserta didik
Lampiran 14	Angket respon peserta didik
Lampiran 15	Data angket respon peserta didik
Lampiran 16	Produk akhir



**WALISONGO**

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 Instrumen Tanya Jawab/wawancara
- Lampiran 2 Hasil Tanya Jawab dengan Guru
- Lampiran 3 Surat penunjukkan pembimbing
- Lampiran 4 Surat izin riset dari kampus
- Lampiran 5 Surat keterangan penelitian dari sekolah
- Lampiran 6 Rubrik validasi ahli materi/guru fisika
- Lampiran 7 Rubrik validasi ahli media
- Lampiran 8 Validasi ahli materi/guru fisika
- Lampiran 9 Validasi ahli media
- Lampiran 10 Data validasi ahli materi/guru fisika
- Lampiran 11 Data validasi ahli media
- Lampiran 12 Daftar nama responden
- Lampiran 13 Rubrik angket responden peserta didik
- Lampiran 14 Angket respon peserta didik
- Lampiran 15 Data angket respon peserta didik
- Lampiran 16 Produk akhir



**WALISONGO**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pendidikan merupakan salah satu unsur yang sangat penting, karena berawal dari pendidikan terciptalah sumber daya manusia yang tangguh dan mampu mengadakan perubahan menuju negara yang lebih maju. Namun, kondisi pendidikan di Indonesia saat ini belum sesuai dengan yang diharapkan. Meskipun telah beberapa kali mengalami pergantian kurikulum, akan tetapi kualitas pendidikan di Indonesia masih jauh tertinggal dengan negara lain.

Rendahnya kualitas pendidikan di Indonesia salah satunya disebabkan oleh sarana fisik yang kurang memadai dan kualitas pengajaran guru yang masih rendah. Kualitas sarana fisik seperti kepemilikan dan penggunaan bahan ajar dinilai masih kurang dalam kegiatan belajar mengajar. Padahal, penggunaan bahan ajar yang tepat dapat menumbuhkan motivasi peserta didik dalam mengikuti pembelajaran tersebut. Bahan ajar merupakan salah satu komponen dalam sistem pembelajaran yang memegang peranan penting dalam membantu peserta didik untuk mencapai indikator yang telah ditetapkan dalam kompetensi inti dan kompetensi dasar (Mimin Haryati,2007).

Dalam pembelajaran fisika yang berkaitan langsung dengan kegiatan sehari-hari diperlukan suatu bahan ajar yang mampu menuntun peserta didik dalam mengikuti kegiatan pembelajaran. Pada kenyataannya bahan ajar yang telah beredar saat ini berupa buku paket fisika masih memiliki banyak kelemahan, yaitu: (1) tidak disusun berdasarkan tujuan sekolah; (2) tidak disusun berdasarkan karakteristik dan kemampuan awal peserta didik; (3) tidak dikembangkan berdasarkan sejumlah teori pembelajaran; (4) lebih bersifat teoritis; (5) cenderung disusun menurut pemikiran penulis; (6) cenderung didominasi oleh aspek pengetahuan; (7) cenderung disajikan dengan hanya berbasis pokok bahasan, kurang berbasis pada nilai-nilai budaya masyarakat setempat (Agus, M. Martawijaya, 2014).

Fenomena lain yang sering dijumpai sehubungan dengan buku paket fisika, guru cenderung menyalin tulisan yang ada di buku paket ke papan tulis tanpa berusaha mengembangkannya, sangat jelas bahwa guru kurang memfasilitasi terhadap ketuntasan hasil belajar peserta didik. Seharusnya guru mampu mengaitkan pengalaman keseharian peserta didik atau konsep-konsep yang telah ada di benak peserta didik dengan materi fisika tersebut untuk meningkatkan pemahaman pada diri peserta didik. Dengan pembelajaran yang demikian, peserta didik akan merasakan

relevansi pembelajaran yang dihadapinya dengan pengalaman hidupnya.

Berkaitan dengan masalah tersebut, maka diperlukan upaya untuk mengembangkan bahan ajar berbasis kearifan lokal. Secara umum, kearifan lokal dapat difahami sebagai gagasan-gagasan setempat (lokal) yang bersifat bijaksana, penuh kearifan, bernilai baik, yang tertanam dan diikuti oleh anggota masyarakatnya. Kearifan lokal terbentuk sebagai keunggulan budaya masyarakat setempat maupun kondisi geografis dalam arti luas. Dalam kaitannya dengan peranan lingkungan dalam pembelajaran, disadari bahwa lingkungan fisik (alam) maupun lingkungan sosial budaya yang dimiliki masyarakat memiliki berbagai potensi yang dapat digali dan dikembangkan sebagai pendukung pembelajaran fisika (Azizahwati, dkk,2015).

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di lapangan dengan melihat buku-buku fisika yang telah beredar, belum ditemui buku yang dibuat dengan berbasis kearifan lokal. Bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal belum banyak dijumpai dalam proses pembelajaran di sekolah, sesuai dengan hasil tanya jawab kepada guru MAN Kendal pada 31 Maret 2016, guru SMA N 1 Tanjung pada tanggal 4 April 2016, dan guru MA Uswatun Khasanah Semarang pada tanggal 3 Agustus 2016 yaitu belum terdapat bahan ajar mata pelajaran fisika yang berbasis kearifan lokal. Hasil studi lapangan maka

dipandang sangat perlu suatu bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal yang dapat membawa peserta didik memperoleh pengalaman belajar secara langsung dengan situasi alam sekitarnya guna meningkatkan hasil belajar fisika. Beberapa materi dalam pembelajaran fisika yang bisa dikembangkan diantaranya adalah Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-hukum Newton. Materi ini dapat dikaitkan dengan fenomena kehidupan sehari-hari yang dialami peserta didik sehingga diharapkan peserta didik merasa tertarik dan senang belajar fisika.

Kearifan lokal merupakan suatu tindakan yang mencakup dari cipta, rasa, dan karya masyarakat dalam mengatasi permasalahan setempat. Kearifan lokal merupakan identitas budaya yang perlu dikenalkan kepada generasi muda melalui dunia pendidikan karena generasi muda setempat itulah yang nanti mampu mempertahankan daerahnya sendiri (Nourma Muslichah Albab, 2014). Melalui bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang kearifan lokal yang berhubungan dengan materi fisika. Bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal belum banyak dijumpai dalam proses pembelajaran di sekolah, Kearifan lokal merupakan identitas budaya yang perlu dikenalkan kepada generasi muda melalui dunia pendidikan karena generasi muda setempat itulah yang nanti mampu mempertahankan daerahnya sendiri.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti melakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda, Dan Hukum-Hukum Newton”

## **B. Rumusan Masalah**

Masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal untuk peserta didik kelas X SMA/MA pada materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-hukum Newton?
2. Bagaimana kualitas bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal untuk peserta didik kelas X SMA/MA pada materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-hukum Newton ditinjau pada aspek kelayakan isi, aspek penyajian materi, aspek komponen pembahasan, dan aspek komponen kegrafikan?

## **C. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1. Tujuan Penelitian**

Sesuai dengan rumusan masalah di atas, penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Mengetahui prosedur pengembangan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal untuk peserta didik kelas X

SMA/MA pada materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-hukum Newton.

- b. Mengetahui kualitas bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal untuk peserta didik kelas X SMA/MA pada materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-hukum Newton ditinjau pada aspek kelayakan isi, aspek penyajian materi, aspek komponen pembahasan, dan aspek komponen kegrafikan.

## 2. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang terlibat dalam proses pembelajaran fisika baik peserta didik, guru, sekolah, peneliti, maupun peneliti lain.

### a. Bagi Peserta Didik

Produk sebagai hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai alternatif sumber belajar sehingga mempermudah pemahaman konsep fisika materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-hukum Newton dan memberikan pengetahuan tentang konsep fisika yang berkaitan dengan kearifan lokal.

### b. Bagi Guru

Produk sebagai hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memfasilitasi sumber dan media pembelajaran guru berupa bahan ajar yang berbasis kearifan lokal pada materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum

Newton sehingga mampu meningkatkan inovasi dalam proses pembelajaran.

c. Bagi Sekolah

sebagai referensi sumber dan media pembelajaran untuk meningkatkan mutu pendidikan Indonesia, serta memberikan kontribusi yang baik dalam menjaga kelestarian kebudayaan Indonesia melalui Bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal pada materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton.

d. Bagi Peneliti

Sebagai pengetahuan mendesain dan membuat bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal, serta mengetahui kelayakan dan respon mengenai bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal.

e. Bagi Peneliti Lain

Peneliti lain diharapkan dapat mengembangkan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal untuk materi fisika yang lain.

#### **D. Spesifikasi Produk**

Produk yang dihasilkan dalam penelitian pengembangan ini adalah bahan ajar fisika untuk peserta didik SMA/MA dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Bahan ajar fisika ditujukan untuk peserta didik SMA/MA kelas X.

2. Berbentuk buku dengan ukuran A4.
3. Bahan ajar yang dikembangkan ini mengaitkan materi fisika dengan kearifan lokal, yang berupa :
  - a. Permainan tradisional
  - b. Kebiasaan atau adat istiadat
  - c. Mata pencaharian atau profesi
  - d. Infrastruktur bangunan
4. Materi yang dibahas meliputi:
  - a. Pengukuran
  - b. Gerak Benda
  - c. Hukum-hukum Newton
5. Komponen pada bahan ajar fisika meliputi :
  - a. Halaman muka/cover
  - b. Kata pengantar
  - c. Daftar isi
  - d. Awal bab
  - e. Inti materi
  - f. Apersepsi
  - g. Kegiatan
  - h. Penting
  - i. Gravitasi (Gerak berprestasi)
  - j. *Skala* (Fisika dan kearifan lokal)
  - k. Tokoh ilmuwan
  - l. Contoh soal
  - m. Rangkuman

- n. Daftar pustaka
- o. Evaluasi bab
- p. Appendix

## **E. Asumsi Pengembangan**

### **1. Asumsi Pengembangan**

Bahan ajar fisika yang dibuat berdasarkan kearifan lokal di Indonesia dan sebagai tambahan referensi bahan ajar fisika pada materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton.

### **2. Keterbatasan Pengembangan**

- a. Bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal yang dikembangkan hanya untuk kelas X SMA/MA.
- b. Bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal hanya membahas tiga materi, yaitu Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-hukum Newton.
- c. Bahan ajar hanya divalidasi oleh 2 ahli materi, 2 ahli media, dan 2 guru fisika SMA/MA. Serta angket yang diberikan 10 responden terhadap respon bahan ajar oleh peserta didik SMA/MA.
- d. Pengujian bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal pada aspek kelayakan isi, aspek komponen penyajian materi, aspek komponen kebahasaan, dan aspek komponen kegrafikan dengan validitas ahli.



**WALISONGO**

## **BAB II**

### **KAJIAN TEORI**

#### **A. Deskripsi Teori**

##### **1. Bahan Ajar**

###### **a. Pengertian Bahan Ajar**

Bahan ajar adalah seperangkat sarana atau alat pembelajaran yang berisikan materi pembelajaran, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang didesain secara sistematis dan menarik dalam rangka mencapai tujuan yang diharapkan, yaitu mencapai kompetensi atau subkompetensi dengan segala kompleksitasnya (Widodo dan Jasmadi dalam Lestari, 2013). Pengertian ini menjelaskan bahwa suatu bahan ajar haruslah dirancang dan ditulis dengan kaidah instruksional karena akan digunakan oleh guru untuk membantu dan menunjang proses pembelajaran. Istilah lain menyebutkan bahwa bahan ajar merupakan segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru atau instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas (Ika Kurniawati, 2015).

Masalah penting yang dihadapi oleh guru dalam kegiatan pembelajaran adalah memilih atau menentukan materi pembelajaran atau bahan ajar yang tepat dalam rangka membantu peserta didik mencapai kompetensi.

Hal ini disebabkan oleh kenyataan bahwa dalam kurikulum atau silabus, materi bahan ajar hanya dituliskan secara garis besar dalam bentuk materi pokok. Bahan atau materi pembelajaran pada dasarnya adalah “isi” dari kurikulum, yakni berupa mata pelajaran atau bidang studi dengan topik/subtopik dan rinciannya (Ruhimat, 2011). Bahan atau materi pada suatu bahan ajar harus dipahami oleh peserta didik dalam upaya mencapai tujuan kurikulum.

Melihat penjelasan di atas, dapat diketahui bahwa peran seorang guru dalam merancang ataupun menyusun bahan ajar sangatlah menentukan keberhasilan proses belajar dan pembelajaran melalui sebuah bahan ajar. Bahan ajar dapat juga diartikan sebagai segala bentuk bahan yang disusun secara sistematis yang memungkinkan peserta didik dapat belajar secara mandiri dan dirancang sesuai kurikulum yang berlaku. Dengan adanya bahan ajar, guru akan lebih runtut dalam mengajarkan materi kepada peserta didik dan tercapai semua kompetensi yang telah ditentukan sebelumnya.

b. Tujuan, Manfaat, dan Fungsi Bahan Ajar

1) Tujuan Bahan Ajar

Bahan ajar disusun (Depdiknas, 2008) dengan tujuan :

- a) Menyediakan bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan kurikulum dengan mempertimbangkan kebutuhan peserta didik, yakni bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik dan *setting* atau lingkungan sosial peserta didik.
  - b) Membantu peserta didik dalam memperoleh alternatif bahan ajar di samping buku-buku teks yang terkadang sulit diperoleh.
  - c) Memudahkan guru dalam melaksanakan pembelajaran.
- 2) Manfaat Bahan Ajar

Menurut (Depdiknas, 2008) ada sejumlah manfaat yang dapat diperoleh apabila seorang guru mengembangkan bahan ajar sendiri. *Pertama*, diperoleh bahan ajar yang sesuai tuntutan kurikulum dan sesuai dengan kebutuhan belajar peserta didik. Pengembangan bahan ajar harus sesuai dengan tuntutan kurikulum, artinya bahan ajar yang dikembangkan mengacu pada standar nasional pendidikan baik standar isi, standar proses dan standar kompetensi lulusan. *Kedua*, tidak lagi tergantung kepada buku teks yang terkadang sulit untuk diperoleh. Karakteristik sasaran disesuaikan dengan lingkungan, kemampuan, minat, dan latar

belakang peserta didik agar mudah diperoleh. *Ketiga*, bahan ajar menjadi lebih kaya karena dikembangkan dengan menggunakan berbagai referensi. Dengan tersedianya bahan ajar yang bervariasi dari berbagai referensi akan meningkatkan ketertarikan dalam belajar. *Keempat*, menambah khasanah pengetahuan dan pengalaman guru dalam menulis bahan ajar. Pengembangan bahan ajar menjadi penunjang guru dalam merubah dari seorang pengajar menjadi seorang fasilitator. *Kelima*, bahan ajar akan mampu membangun komunikasi pembelajaran yang efektif antara guru dengan peserta didik karena peserta didik akan merasa lebih percaya kepada gurunya.

### 3) Fungsi Bahan Ajar

Berdasarkan strategi pembelajaran yang digunakan, fungsi bahan ajar dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu fungsi dalam pembelajaran klasikal, pembelajaran individual, dan pembelajaran kelompok (Prastowo, 2012)

#### a) Fungsi bahan ajar dalam pembelajaran klasikal, antara lain:

1) Sebagai satu-satunya sumber informasi serta pengawas dan pengendali proses pembelajaran (dalam hal ini, peserta didik bersifat pasif dan

belajar sesuai kecepatan peserta didik dalam belajar).

- 2) Sebagai bahan pendukung proses pembelajaran yang diselenggarakan.
- b) Fungsi bahan ajar dalam pembelajaran individual, antara lain :
- 1) Sebagai media utama dalam proses pembelajaran.
  - 2) Sebagai alat yang digunakan untuk menyusun dan mengawasi proses peserta didik dalam memperoleh informasi.
  - 3) Sebagai penunjang media pembelajaran individual lainnya.
- c) Fungsi bahan ajar dalam pembelajaran kelompok, antara lain:
- 1) Sebagai bahan yang terintegrasi dengan proses belajar kelompok, dengan cara memberikan informasi tentang latar belakan materi, informasi tentang peran orang-orang yang terlibat dalam pembelajaran kelompok, serta petunjuk tentang proses pembelajaran kelompoknya sendiri.
  - 2) Sebagai bahan pendukung bahan belajar utama, dan apabila dirancang sedemikian rupa, maka dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik.

### c. Jenis- jenis Bahan Ajar

Bahan ajar memiliki beragam jenis, ada yang cetak maupun noncetak. Bahan ajar cetak yang sering dijumpai antara lain berupa *handout*, buku, bahan ajar, brosur, dan lembar kerja peserta didik. Di bawah ini akan diuraikan penjelasan terkait jenis-jenis bahan ajar.

#### 1) *Handout*

*Handout* adalah “segala sesuatu” yang diberikan kepada peserta didik ketika mengikuti kegiatan pembelajaran. Kemudian, ada juga yang yang mengartikan *handout* sebagai bahan tertulis yang disiapkan untuk memperkaya pengetahuan peserta didik (Prastowo, 2012). Guru dapat membuat *handout* dari beberapa literatur yang memiliki relevansi dengan kompetensi dasar yang akan dicapai oleh peserta didik. Saat ini *handout* dapat diperoleh melalui *download* internet atau menyadur dari berbagai buku dan sumber lainnya.

#### 2) Buku

Buku sebagai bahan ajar merupakan buku yang berisi ilmu pengetahuan hasil analisis terhadap kurikulum dalam bentuk tertulis. Buku disusun dengan menggunakan bahasa sederhana, menarik, dilengkapi gambar, keterangan, isi buku, dan daftar pustaka. Buku akan sangat membantu guru dan

peserta didik dalam mendalami ilmu pengetahuan sesuai dengan mata pelajaran masing-masing

Secara umum, buku dibedakan menjadi empat jenis (Prastowo, 2012) yaitu sebagai berikut.

- a) Buku sumber, yaitu buku yang dapat dijadikan rujukan, referensi, dan sumber untuk kajian ilmu tertentu, biasanya berisi suatu kajian ilmu yang lengkap.
  - b) Buku bacaan, yaitu buku yang hanya berfungsi untuk bahan bacaan saja, misalnya cerita, legenda, novel, dan lain sebagainya.
  - c) Buku pegangan, yaitu buku yang bisa dijadikan pegangan guru atau pengajar dalam melaksanakan proses pengajaran.
  - d) Buku bahan ajar atau buku teks, yaitu buku yang disusun untuk proses pembelajaran dan berisi bahan-bahan atau materi pembelajaran yang akan diajarkan.
- 3) Bahan ajar merupakan sebuah buku yang ditulis dengan tujuan agar peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru, oleh karena itu bahan ajar harus berisi tentang petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, isi materi pelajaran, informasi pendukung, latihan soal,

petunjuk kerja, evaluasi dan balikan terhadap hasil evaluasi.

4) Brosur

Brosur merupakan bahan informasi tertulis mengenai suatu masalah yang disusun secara bersistem atau cetakan yang hanya terdiri atas beberapa halaman dan dapat dilipat tanpa dijilid. Brosur dapat dijadikan bahan ajar yang menarik karena bentuknya praktis, agar brosur tidak terlalu banyak sebaiknya hanya membuat atau kompetensi dasar saja. Ilustrasi dalam brosur akan menambah daya tarik peserta didik untuk menggunakannya.

5) Lembar Kerja Peserta Didik (*student work sheet*)

Lembar Kerja Peserta Didik adalah materi ajar yang sudah dikemas sedemikian rupa sehingga siswa diharapkan dapat materi ajar tersebut secara mandiri. Dalam lembar kerja peserta didik, peserta didik akan mendapat materi, ringkasan, dan tugas yang berkaitan dengan materi. Selain itu peserta didik juga dapat menemukan arahan yang terstruktur untuk memahami materi yang diberikan dan pada saat yang bersamaan peserta didik diberikan materi serta tugas yang berkaitan dengan materi tersebut.

Bahan ajar noncetak meliputi bahan ajar dengar (*audio*) seperti kaset, radio, piringan hitam, dan

compact disc audio. Bahan ajar pandang dengan (*audio visual*) seperti video compact disc dan film. Bahan ajar multimedia interaktif (*interactive teaching material*) seperti CIA (*Computer Assisted Intruction*), compact disc (*CD*) multimedia pembelajaran interaktif, dan bahan ajar berbasis web (*web based learning materials*) (Lestari, 2013).

## **2. Kearifan Lokal**

### **a. Pengertian Kearifan Lokal**

Kearifan lokal terdiri dari dua suku kata yaitu kearifan (*wisdom*) dan lokal (*local*) (Utari, Degeng and Akbar, 2016). Kearifan atau *wisdom* dapat dipahami sebagai suatu pemahaman kolektif, pengetahuan dan kebijaksanaan yang mempengaruhi suatu keputusan penyelesaian atau penanggulangan suatu masalah kehidupan (Marfai, 2012). Lokal secara spesifik menunjuk pada ruang interaksi terbatas dengan sistem nilai yang terbatas pula pada sebuah lokasi atau daerah tertentu (Karsiwan, 2016). Kearifan lokal merupakan suatu penyikapan dari bentuk-bentuk respon dari interaksi manusia dan lingkungan. Kearifan lokal merupakan bentuk etika lingkungan yang ada pada siklus kehidupan masyarakat. Pada tataran ini kearifan

lokal merupakan bagian yang nyata dari bentuk implementasi etika lingkungan itu sendiri.

Secara etimologi kearifan lokal berarti kebijaksanaan, pengetahuan atau kecakapan untuk mengetahui, mengenal, mengerti, menyetujui, membedakan, mencari tahu, menyelidiki, dan mengakui yang benar atau salah, tercermin pada ketrampilan mereka dalam kehidupan bermasyarakat di suatu lokalitas (Agustiana, I Gusti Ayu Tri dan Tika, 2013). Secara praktis, kearifan lokal dapat dilihat dari dua dimensi. Pertama adalah pengetahuan dan kedua adalah praktiknya berupa pola-pola interaksi yang berlaku atau tindakan.

Kearifan lokal dapat dipahami sebagai gagasan-gagasan setempat (*local*) yang bersifat bijaksana, penuh kearifan, bernilai baik, yang tertanam dan diikuti oleh anggota masyarakatnya (Azizahwati, dkk 2015). Kearifan lokal terbentuk sebagai keunggulan budaya masyarakat setempat maupun kondisi geografis dalam arti luas. Kearifan lokal merupakan produk budaya masa lalu yang patut secara terus menerus dijadikan pegangan hidup.

#### b. Fungsi Kearifan Lokal

Bentuk-bentuk kearifan lokal yang ada dalam masyarakat dapat berupa: nilai, norma, kepercayaan, dan aturan-aturan khusus. Bentuk yang bermacam-macam

ini mengakibatkan fungsi kearifan lokal menjadi bermacam-macam pula (Saputra, 2016). Menurut (Agustiana, I Gusti Ayu Tri dan Tika, 2013), fungsi kearifan lokal diantaranya yaitu:

- 1) Kearifan lokal merupakan kekayaan budaya (kultural) yang dimiliki oleh suatu komunitas lokal.
- 2) Kearifan lokal sebagai modal budaya berwujud aspek kognisi dan aspek evaluatif yang dipercaya dan diakui sebagai elemen penting, sehingga kearifan lokal dipraktikkan dalam kehidupan sehari-hari (aspek psikomotorik) dengan sasaran mewujudkan keharmonisan atau kekohesifan hubungan antara manusia dan manusia, serta manusia dengan lingkungan alam skala-niskala (nyata dan tidak nyata).
- 3) Kearifan lokal memberikan pedoman bagi komunitas lokal untuk menyelesaikan masalah secara baik dan benar sehingga konflik terhindarkan yang sekaligus berarti kekohesifan sosial tetap terjaga secara berkelanjutan.
- 4) Kearifan lokal tumbuh dan berkembang pada komunitas yang bersangkutan lewat pengalaman langsung maupun warisan dari generasi terdahulu kepada generasi berikutnya.

- 5) Kearifan lokal merupakan elemen perekat (aspek koehesi) lintas warga, lintas agama, dan lintas kepercayaan.
- 6) Kearifan lokal tidak bersifat memaksa atau dari atas (*top down*), tetapi sebuah unsur kultural yang ada dan hidup dalam masyarakat.
- 7) Kearifan lokal memberikan warna kebersamaan dan sekaligus sebagai identitas bagi komunitas yang bersangkutan.

c. Tujuan Pendidikan Berbasis Kearifan Lokal

Indonesia merupakan sebuah negara kepulauan dimana setiap pulau memiliki kebudayaan yang berbeda sehingga Indonesia dikenal dengan keberagaman budayanya ( Dina Ayu Istighfara, 2016). Mengingat hal tersebut, keberagamannya kebudayaan Indonesia tentu mempengaruhi system pendidikan nasional.

Keberadaan pendidikan berbasis kearifan lokal ini, peserta didik diharapkan mampu mencintai tanah kelahirannya, percaya diri menghadapi masa depan, dan bercita-cita mengembangkan potensi lokal, sehingga daerahnya bias berkembang pesat seiring dengan tuntutan era globalisasi (Asmani, 2012).

d. Ruang Lingkup Pendidikan Berbasis Kearifan Lokal

Iif Khoiru Ahmad (2012) menyatakan bahwa pendidikan berbasis kearifan lokal mempunyai ruang lingkup, sebagai berikut:

- 1) Lingkup situasi dan kondisi daerah, yaitu segala sesuatu yang terdapat di daerah tersebut, yang berkaitan dengan lingkungan alam, sosial, ekonomi, seni, dan budaya atau lainnya yang berupa hasil bumi, tradisi, pelayanan/jasa, atau lainnya yang menjadi keunggulan suatu daerah.
- 2) Lingkup keunggulan lokal meliputi potensi keunggulan lokal, cara mengelola, mengolah/mengemas, mengoptimalkan, memasarkan, atau proses lainnya yang mampu menghasilkan nilai tambah daerah sehingga dapat meningkatkan taraf hidup/kesejahteraan maupun pendapat asli daerah (PAD).

### **3. Pengukuran**

a. Besaran Fisika

1) Besaran Pokok

Besaran pokok adalah besaran yang satuannya telah ditetapkan terlebih dahulu dan besaran ini tidak diturunkan dari besaran lain. Dalam Sistem Internasional (SI), ditetapkan tujuh besaran pokok

seperti ditunjukkan pada tabel 2.1 (Marthen Kanginan, 2013).

**Tabel 2.1** Besaran-besaran Pokok

Besaran	Satuan	Simbol
Panjang	Meter	M
Massa	Kilogram	Kg
Waktu	Sekon	S
Suhu	Kelvin	K
Arus Listrik	Ampere	A
Intensitas Cahaya	Kandela	Cd
Jumlah Zat	Mol	Mol

## 2) Besaran Turunan

Besaran turunan adalah besaran-besaran yang satuannya diturunkan dari besaran pokok. Dalam mekanika, besaran turunan diperoleh dari besaran pokok, yaitu panjang, massa, dan waktu. Contoh besaran yang diturunkan dari besaran pokok adalah sebagai berikut (Muslim,dkk, 2014).

**Tabel 2.2** Besaran-besaran Turunan

Besaran	Simbol	Satuan	Simbol Satuan
Gaya	N	Newton	$\text{kg m s}^{-2}$
Usaha	J	Joule	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$
Tekanan	Pa	Pascal	$\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$
Daya	W	Watt	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-3}$
Tegangan listrik	V	Volt	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{I}^{-1}$
Tekanan listrik	$\Omega$	Ohm	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{I}^{-2}$

### 3) Satuan Standar

Menurut Haliday, Resnick, dan Walker (2010) Pengukuran besaran fisika dalam satuannya masing-masing, menggunakan perbandingan terhadap suatu standard. Satuan adalah nama unik yang ditetapkan untuk mengukur besaran-besaran fisika.

Berikut ini adalah definisi satuan standar dari besaran panjang, massa, dan waktu.

*Pertama* meter, panjang adalah jarak dalam suatu ruang. Standar panjang internasional yang pertama adalah sebuah batang yang terbuat dari campuran platina-iridium yang disebut meter standar. *Kedua* satu kilogram adalah massa silinder campuran platina-iridium yang di simpan di Internasional Bureau of Weight and Measures di kota Sevres dekat Paris, Perancis. *Ketiga* satuan waktu standar ditetapkan berdasarkan jam atom *Cesium*.

### 4) Dimensi

Cara penulisan suatu besaran dengan menggunakan simbol (lambang) besaran pokok. Hal ini berarti dimensi suatu besaran menunjukkan cara besaran itu tersusun dari besaran-besaran pokok.

Analisis dimensi dapat digunakan untuk mengetahui besaran-besaran turunan yang mempunyai besaran sama dan untuk menganalisis

benar atau tidak suatu persamaan atau rumus (Budi Purwanto dan Muchammad Azam, 2016).

**Tabel 2.3** Lambang Satuan, Dimensi Besaran Pokok

<b>Besaran pokok</b>	<b>Satuan</b>	<b>Simbol Satuan</b>	<b>Dimensi</b>
Panjang	Meter	M	[L]
Massa	Kilogram	Kg	[M]
Waktu	Sekon	S	[T]
Suhu	Kelvin	K	[ $\theta$ ]
Arus Listrik	Ampere	A	[I]
Intensitas Cahaya	Kandela	Cd	[J]
Jumlah Zat	Mol	Mol	[N]

## b. Pengukuran

### 1) Angka Penting

Angka penting adalah semua angka yang diperoleh dari hasil pengukuran, termasuk angka terakhir yang ditaksirkan (diperkirakan).

- Aturan penulisan angka penting  
Penulisan angka penting digunakan untuk mengidentifikasi apakah suatu angka termasuk angka penting atau bukan.
- Pembulatan angka penting  
Angka penting dapat dibulatkan sampai memuat sejumlah angka penting yang diinginkan dengan cara menghilangkan satu atau lebih angka di belakangnya.

- Operasi angka penting

Operasi angka penting meliputi pembulatan angka penting, penjumlahan dan pengurangan angka penting, serta perkalian dan pembagian angka penting.

## 2) Alat Ukur

Agar pengukuran memberikan hasil yang baik maka haruslah menggunakan alat ukur yang memenuhi syarat. Suatu alat ukur dikatakan baik bila memenuhi syarat yaitu *valid* (sahih) dan *reliable* (dipercaya). Disamping kedua syarat di atas, ketelitian alat ukur juga harus diperhatikan. Semakin teliti alat ukur yang digunakan, maka semakin baik kualitas alat ukur tersebut (Muslim dkk, 2014).

- Pengukuran panjang ( mistar, jangka sorong, mikrometer sekrup)
- Pengukuran massa (neraca analitis dua lengan, neraca lengan gantung, neraca Ohaus)
- Pengukuran waktu (stopwatch, arloji)

## 3) Prinsip-prinsip pengukuran

Dalam penyelidikan untuk memahami dunia di sekitar kita, para ilmuwan mencari hubungan antara besaran fisika yang mereka teliti dan ukur. Pengukuran yang akurat merupakan bagian penting dari fisika. Ada ketidakpastian yang berhubungan

dengan setiap pengukuran.

a) Kesalahan pengukuran

Keteledoran atau keterbatasan keterampilan orang yang melakukan pengukuran dalam mengukur dan menggunakan alat ukur.

b) Kesalahan sistematis

Kesalahan sistematis menyebabkan hasil yang diperoleh menyimpang dari hasil yang sebenarnya dan simpangan ini mempunyai arah tertentu.

c) Kesalahan acak

Kesalahan acak merupakan kesalahan yang tidak bisa disengaja dan tidak dapat segera kita ketahui, misalnya fluktuasi tegangan listrik (kadang naik turun), juga dapat merusak peralatan listrik.

4) Besaran (Giancoli, 2001)

a) Besaran skalar

Besaran yang memiliki besar (nilai), tetapi tidak memiliki arah disebut besaran skalar. Contohnya waktu, volume, massa jenis, dan suhu.

b) Besaran vektor

Besaran yang memiliki besar dan arah disebut besaran vektor, misalnya gaya, kecepatan, dan percepatan, momentum.

## 4. Gerak Benda

### a. Gerak Lurus Horizontal

#### 1) Gerak Lurus Beraturan

Sebuah benda dikatakan bergerak lurus beraturan, jika lintasan dari benda merupakan garis lurus dan kecepatannya setiap saat adalah tetap. Dalam kehidupan sehari-hari, sangat sulit untuk mendapatkan sebuah benda yang bergerak lurus beraturan secara ideal (Muslim dkk, 2014). Karena kecepatannya tetap, maka benda bergerak lurus beraturan tidak mengalami percepatan. Ciri-ciri gerak lurus beraturan dapat ditemui pada lintasan berupa garis lurus atau masih bisa dianggap sebagai lintasan yang lurus.

besaran-besaran pada gerak lurus beraturan antara lain :

- 1) Kecepatan  $v_0 = v$  tetap
- 2) Percepatan ( $a = nol$ )
- 3)  $x = vt$  atau  $x_t = x_0 + vt$

Dengan

$v$  = besar kecepatan (m/s)

$x$  = jarak benda (m)

$t$  = waktu (s)

## 2) Gerak Lurus Berubah Beraturan

Suatu benda dikatakan bergerak lurus berubah beraturan jika kecepatan benda berubah secara beraturan terhadap waktu dan lintasan benda tersebut berupa garis lurus (Giancoli, 2001).

**Tabel 2.4** persamaan-persamaan gerak lurus berubah beraturan (GLBB)

Variabel-Variabel yang Berhubungan	Persamaan
Kecepatan, waktu, dan percepatan	$v = v_0 + at$
Kecepatan awal, akhir, dan rata-rata	$\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}$
Jarak, kecepatan, dan waktu	$x_t = x_0 + \left(\frac{v_0 + v}{2}\right)t$
Jarak, percepatan, dan waktu	$x_t = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$
Kecepatan, percepatan, dan jarak	$v^2 = v_0^2 + 2a(x_t - x_0)$

Dengan

$v_0$  = besar kecepatan awal (m/s)

$v_t$  = besar kecepatan setelah t sekon (m/s)

$x_0$  = jarak awal (m)

$x_t$  = jarak setelah s sekon (m)

$a$  = besar percepatan (m/s<sup>2</sup>)

$t$  = waktu (sekon)

## b. Gerak Lurus Vertikal

### 1) Gerak Jatuh Bebas

Gerak jatuh benda dari suatu ketinggian tanpa kecepatan awal disebut gerak jatuh bebas.

Jarak benda jatuh bebas dari ketinggian  $h$  di atas tanah (Muslim dkk, 2014).

$$y_t = \frac{1}{2}gt^2$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

Besar nilai kecepatan benda jatuh bebas pada saat  $t$  (Muslim dkk, 2014).

$$v_t = v_0 + gt$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2gh$$

Waktu yang diperlukan benda jatuh bebas dari ketinggian  $h$  (Muslim dkk, 2014).

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Dengan  $g$  adalah besar percepatan gravitasi  $9,8 \text{ m/s}^2$  atau  $10 \text{ m/s}^2$ .

### 2) Gerak Vertikal ke Bawah

Gerak ini merupakan gerak vertikal pada benda yang dilempar ke bawah dengan kecepatan awal tertentu. dengan  $v_0 \neq 0$   $a = g$  gerak vertikal ke bawah

sama dengan GLBB di percepat. Pada gerak vertikal ke bawah (Muslim dkk, 2014), berlaku persamaan :

$$v_t = v_0 + gt \quad (\text{percepatan konstan})$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2gh$$

$$y = v_0t + \frac{1}{2}gt^2$$

### 3) Gerak Vertikal ke Atas

Gerak Vertikal ke Atas (GLBB diperlambat)  
 Pada gerak vertikal ke atas, semakin ke atas, kecepatan benda semakin berkurang sehingga pada titik tertinggi kecepatan benda sama dengan nol (Budi Purwanto dan Muchammad Azam, 2016).

$$y = v_0t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$v_t = v_0 - gt$$

$$v_t^2 = v_0^2 - 2gy$$

$$t = \frac{v_0}{g}$$

$$h_{\text{mak}} = \frac{v_0^2}{2g}$$

### c. Gerak Melingkar

#### 1) Gerak Melingkar Beraturan

Periode merupakan posisi benda yang mengalami gerak melingkar suatu saat akan kembali ke posisi semula dan waktu yang diperlukan untuk menempuh satu kali putaran dilambangkan dengan

notasi  $T$  satuan sekon (Giancoli, 2001). Sedangkan jumlah putaran yang ditempuh tiap satu satuan waktu disebut frekuensi dan dilambangkan dengan notasi  $f$  satuan Hertz (Hz). Jadi dalam hal ini berlaku hubungan:

$$f = \frac{1}{T} \text{ atau } T = \frac{1}{f}$$

Dengan

$T$  = periode (s)

$f$  = frekuensi (Hz)

Kecepatan sudut adalah besarnya sudut yang ditempuh tiap satu satuan waktu.

$$\omega = \frac{\theta}{t} \text{ atau}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

dengan

$\omega$  = besar kecepatan sudut (rad/s)

$\theta$  = sudut yang ditempuh (rad)

$t$  = waktu tempuh (s)

Kelajuan linier adalah panjang lintasan yang ditempuh tiap satu satuan waktu.

$$v = \frac{s}{t}$$

dengan

$v$  = kelajuan linier (m/s)

$s$  = panjang lintasan yang ditempuh (m)

Vektor percepatan  $a$  menuju ke arah pusat lingkaran, percepatan ini disebut percepatan sentripetal ( $a_s$ ).

$$a_s = \frac{v^2}{r}$$

Ketika benda melakukan gerak melingkar dengan kecepatan sudut konstan maka benda disebut gerak melingkar beraturan (GMB).

$$\theta_t - \theta_0 = \omega t$$

## 2) Gerak Melingkar Berubah Beraturan

Gerak melingkar dengan percepatan sudut konstan maka benda (Raharja, Bagus, dkk, 2013) disebut gerak melingkar berubah beraturan (GMBB).

$$\omega_t = \omega_0 + \alpha t$$

## 5. Hukum-Hukum Newton

Gaya adalah dorongan atau tarikan yang dikerjakan pada sebuah benda. Dengan demikian, gaya dapat membuat benda diam menjadi bergerak dan dapat membuat benda bergerak menjadi diam.

Hukum Newton terbagi menjadi tiga yaitu hukum I Newton, hukum II Newton, dan hukum III Newton.

## **B. Kajian Pustaka**

Penelitian mengenai modul berbasis kearifan lokal pernah dilakukan oleh peneliti lain di UIN Walisogo Semarang pada lokasi berbeda dan materi pelajaran yang berbeda, diantaranya sebagai berikut:

1. Skripsi yang disusun oleh Mumaiyizah dari Universitas Islam Negeri Walisongo yang berjudul Pengembangan Bahan Ajar Fisika (Listrik Statis, Sumber Arus Listrik, dan Daya Listrik) Kelas IX SMP/MTs Berbasis Kearifan Lokal. Skripsi tersebut membahas tentang bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal yang diujikan kepada ahli materi, ahli media, dan guru fisika. Hasil penilaian menunjukkan bahwa bahan ajar fisika layak digunakan dengan kategori baik.
2. Skripsi yang disusun oleh Dini Ayu Istigfara dari Universitas Islam Negeri Walisongo yang berjudul Pengembangan Modul Fisika Berciri Kearifan Lokal pada Materi Besaran dan Pengukuran, Pemuaian, dan Kalor untuk Siswa SMP/MTs Kelas VII. Skripsi tersebut membahas tentang bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal yang diujikan kepada ahli materi, ahli media, dan guru fisika. Kualitas modul fisika berdasarkan penilaian ahli media, ahli materi dan guru fisika dikategorikan baik.
3. Skripsi yang disusun oleh Nourma Muslichah Albab dari Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga yang berjudul

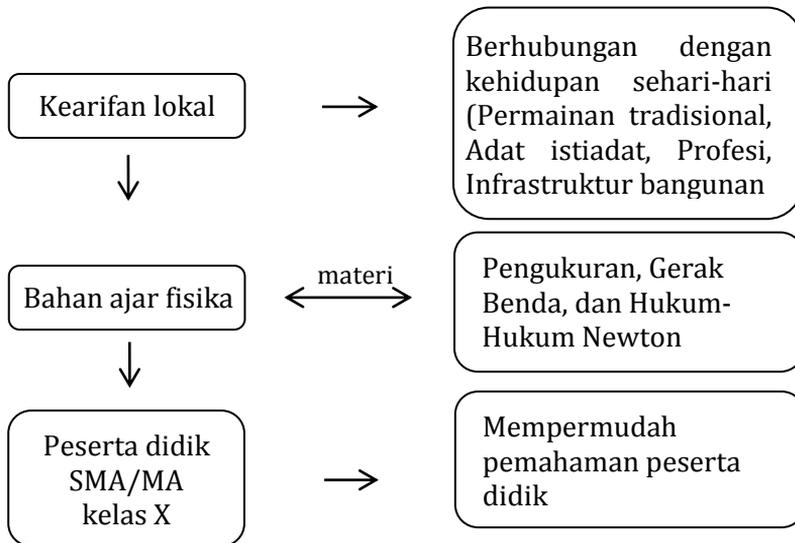
“Pengembangan Modul Fisika Berbasis Kearifan Lokal pada Materi Hukum Newton untuk Siswa SMA 1 Sentolo Kelas X Kulon Progo”. Skripsi tersebut membahas tentang modul fisika materi hukum Newton berbasis kearifan lokal. Hasil penelitian berdasarkan penilai ahli materi, ahli media, dan guru fisika terhadap kualitas modul yang dikembangkan menunjukkan kategori sangat baik (SB).

4. Skripsi yang disusun oleh Aji Saputra dari Universitas Jember yang berjudul “Pengembangan Modul IPA Berbasis Kearifan Lokal Daerah Pesisir Puger pada Pokok Bahasan Sistem Transportasi di SMP”. Skripsi ini membahas tentang bahan ajar berupa modul yang terintegrasi dengan kearifan lokal daerah pesisir puger pada mata pelajaran IPA di SMP. Hasil penelitian tersebut menghasilkan validitas modul, hasil belajar siswa, sikap peduli lingkungan, dan respon siswa.
5. Skripsi yang disusun oleh Anwari dari Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga yang berjudul “Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Kearifan Lokal di Taman Nasional Gunung Merapi untuk SMA/MA Kelas X Materi Keanekaragaman Hayati”. Skripsi tersebut membahas mengenai potensi keanekaragaman hayati Taman Nasional Gunung merapi dan mengembangkan modul pembelajaran biologi berbasis kearifan lokal di Taman Nasional Gunung Merapi. Hasil penelitian ini menghasilkan kualitas dan

kelayakan modul berdasar hasil penilaian ahli materi, ahli media, *peer reviewer*, dan guru biologi serta respon siswa terhadap modul.

Persamaan penelitian yang akan dilakukan dengan kelima penelitian tersebut adalah mengembangkan modul berbasis kearifan lokal. Kearifan lokal yang dimaksudkan berupa ciri khas dan budaya yang dimiliki dan ada di sekitar peserta didik. Perbedaan antara penelitian yang dilakukan oleh ketiga peneliti tersebut dengan penelitian yang akan terletak pada materi pelajaran, tingkat pendidikan, dan kearifan lokalnya.

### C. Kerangka Berpikir



**Gambar 2.1** Kerangka berpikir pengembangan bahan ajar fisika

Contoh-contoh kearifan lokal dapat diaplikasikan ke dalam materi-materi pelajaran di sekolah, khususnya untuk pelajaran fisika yang dapat berbentuk bahan ajar berupa buku. Melalui bahan ajar diharapkan dapat mempermudah pemahaman peserta didik dan mendukung proses pembelajaran fisika di sekolah yang mana memuat materi-materi fisika yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari, sehingga pembelajaran akan lebih bermakna oleh peserta didik.

Bahan ajar menjadi sarana penting yang digunakan oleh peserta didik selama proses pembelajaran dan sebagai sumber belajar, bahan ajar diharapkan dapat memenuhi kebutuhan peserta didik untuk menambah wawasan dan mencapai pembelajaran bermakna. Bahan ajar yang digunakan masih terdapat isi dan penyajiannya kurang sesuai dengan tuntutan dalam kurikulum fisika dimana peserta didik diharapkan mampu bukan hanya memahami konsepnya tetapi mampu menggunakannya dalam pemecahan masalah. Bahan ajar yang digunakan hanya berorientasi pada penguasaan konsep dengan penyajian rumus-rumus fisika beserta turunannya. Namun, meskipun berorientasi pada penguasaan konsep, konsep yang disajikan juga masih kurang mendalam (Merta Simbolon, 2015).



**WALISONGO**

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **A. Model Pengembangan**

Penelitian ini merupakan penelitian yang menggunakan metode penelitian dan pengembangan. Metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk (Sugiono, 2015). Produk penelitian dan pengembangan dalam bidang pendidikan dapat berupa model, media, peralatan, buku, modul, bahan ajar, alat evaluasi dan perangkat pembelajaran, kurikulum, dan kebijakan sekolah (Setyosari, 2012). Setiap produk yang dikembangkan membutuhkan prosedur penelitian yang berbeda. Prosedur pengembangan produk berbasis penelitian terdiri dari lima langkah utama yaitu analisis kebutuhan pengembangan produk, perancangan (desain) produk sekaligus pengujian kelayakannya, implementasi produk atau pembuatan produk sesuai hasil rancangan, pengujian atau evaluasi produk dan revisi secara terus menerus (Mulyatiningsih, 2013).

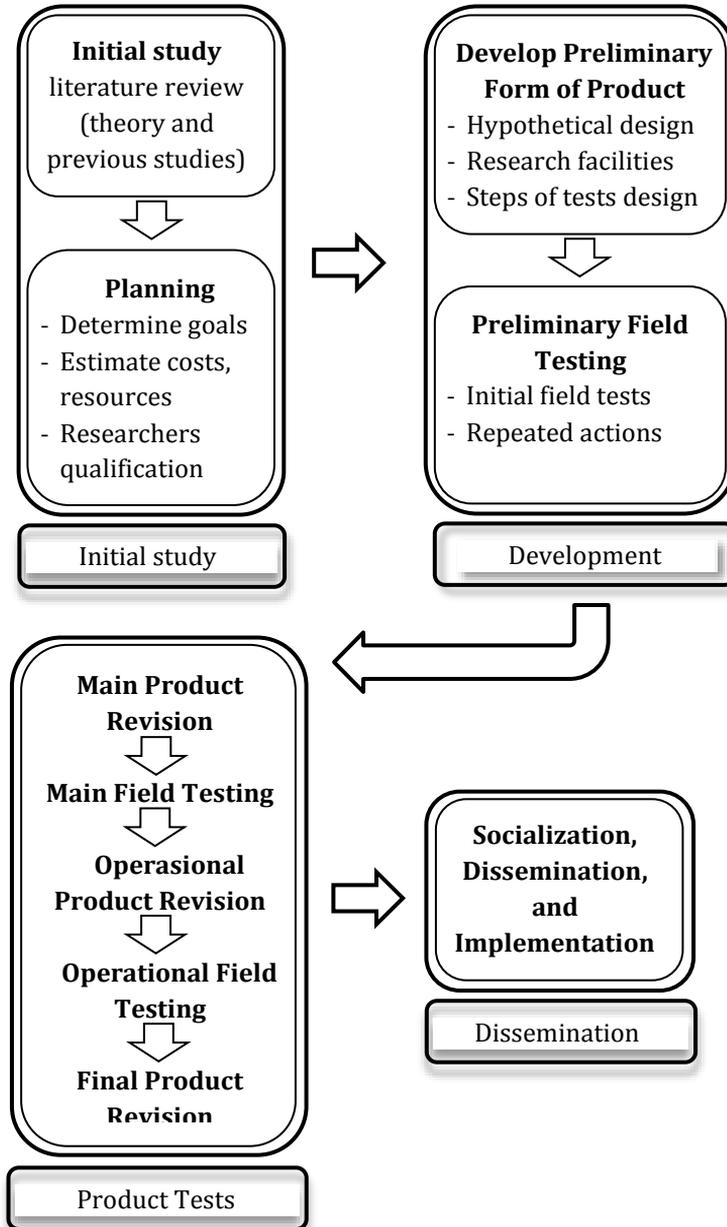
Menurut Mulyatiningsih, (2013) yang mengacu pada metode R & D yang dikembangkan oleh Borg and Gall, ada 10 tahap yang harus dilalui dalam R & D, dan setiap tahap pengembangan tersebut haruslah mencerminkan adanya

penelitian yaitu ada pengambilan data empiris, analisis data, dan pelaporannya. Tahap-tahap penelitian yang dikemukakan oleh Borg and Gall adalah:

1. *Research and Information Collection*: tahap ini digunakan oleh peneliti untuk menganalisis kebutuhan, me-review literature, dan mengidentifikasi faktor-faktor yang menimbulkan permasalahan sehingga perlu ada pengembangan model baru.
2. *Planning*: pada tahap ini, peneliti mulai menetapkan rancangan model untuk memecahkan masalah yang telah ditemukan pada tahap pertama.
3. *Develop Preliminary Form of Product*: pada tahap ini mulai disusun bentuk awal model dan perangkat yang diperlukan.
4. *Preliminary Field Testing*: setelah model dan perangkatnya siap untuk digunakan, kegiatan selanjutnya adalah melakukan uji coba rancangan model. Uji coba ini melibatkan sekitar 6-12 orang responden terlebih dahulu.
5. *Main Product Revision*: revisi produk utama dilakukan berdasarkan hasil uji coba produk tahap pertama. Dengan menganalisis kekurangan yang ditemui selama uji coba produk, maka kekurangan tersebut dapat segera diperbaiki.
6. *Main Field Testing*: pengujian produk di lapangan disarankan mengambil sampel yang lebih banyak yaitu antara 30-100 orang responden. Pada saat uji lapangan

yang ke-2 ini, pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif mulai dilakukan untuk dievaluasi.

7. *Operasional Product Revision*: revisi produk selalu dilakukan setelah produk tersebut diterapkan atau diujicobakan. Hal ini dilakukan terutama apabila ada kendala-kendala baru yang belum terpikirkan pada saat perancangan.
8. *Operational Field Testing*: setelah melalui pengujian dua kali dan revisi juga sudah dilakukan sebanyak dua kali, implementasi model dapat dilakukan dalam wilayah yang luas dalam kondisi senyatanya. Implementasi model disarankan mengambil sampel sebesar 40-200 orang responden.
9. *Final Product Revision*: sebelum model dipublikasikan ke sasaran pengguna yang lebih luas maka perlu dilakukan revisi terakhir untuk memperbaiki hal-hal yang masih kurang baik hasilnya pada saat implementasi model.
10. *Dissemination and Implementation*: tahap terakhir dari penelitian dan pengembangan adalah melaporkan hasil dalam forum ilmiah melalui seminar dan mempublikasikan dalam jurnal ilmiah.

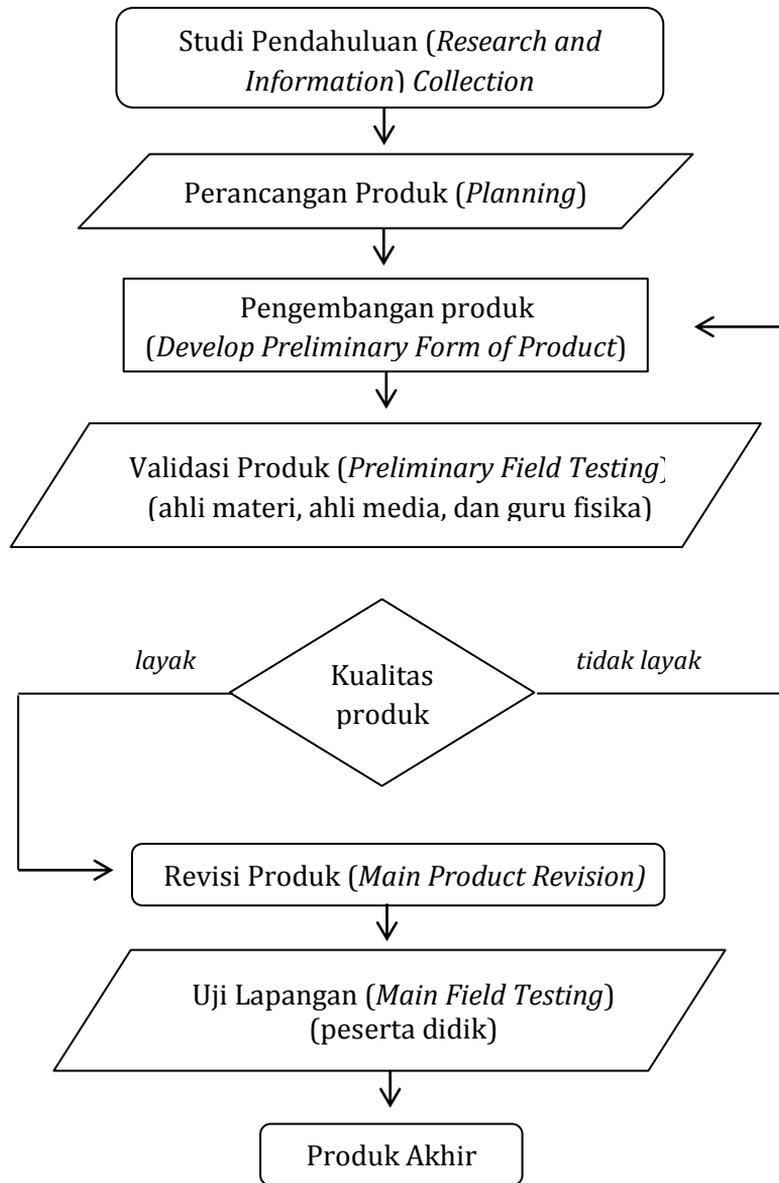


**Gambar 3.1** Prosedur pengembangan Borg and Gall

Berdasarkan pendapat Borg dan Gall (1989), peneliti merumuskan tahapan-tahapan penelitian sesuai dengan pendapat diatas. Tahap yang ditempuh oleh peneliti tidak seluruhnya digunakan sesuai teori yang ada, tetapi hanya sampai pada tahap revisi produk setelah diujikan/divalidasi oleh 2 tim ahli (ahli materi dan ahli media), dan 2 guru SMA/MA. Angket atau kuesioner 10 responden terhadap bahan ajar oleh peserta didik SMA/MA. Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal untuk kelas X SMA/MA.

## **B. Prosedur Pengembangan**

Prosedur penelitian pengembangan pada dasarnya terdiri atas dua tujuan utama, yaitu mengembangkan produk dan menguji keefektifan produk dalam mencapai tujuan (Tatang Ary Gumanti, dkk, 2016). Pengembangan hanya dilakukan beberapa langkah dikarenakan terbatasnya waktu dan biaya yang dimiliki oleh peneliti. Prosedur penelitian dan pengembangan Borg and Gall sebagai berikut:



**Gambar 3.2** Skema perencanaan penyusunan bahan ajar

1. Studi pendahuluan (*Initial Study/Research and Information Collection*)

Studi pendahuluan dilakukan melalui dua tahap yaitu:

a. Studi kepastakaan

Studi kepastakaan merupakan mencari informasi dengan mempelajari konsep-konsep atau teori-teori yang berkaitan dengan produk dan penelitian yang akan dikembangkan baik melalui jurnal, buku dll. Selain itu mempelajari dengan baik teori dari produk yang akan dikembangkan yaitu terkait kearifan lokal dengan pokok bahasan pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton. Memahami langkah-langkah dan cara penyusunan pembuatan bahan ajar SMA/MA yang baik dan benar.

b. Studi Lapangan

Studi lapangan digunakan untuk mengumpulkan data yang berkenaan dengan ketersediaan bahan ajar fisika yang berbasis kearifan lokal. Pengumpulan data dilakukan melalui tanya jawab kepada guru SMA/MA kelas X dari sekolah di Kota Semarang MA Uswatun Khasanah, MAN Kendal, dan SMAN 1 Tanjung Brebes mengenai bahan ajar yang ada di sekolah tersebut. Berpegang pada data yang diperoleh dari hasil survei lapangan dan mengacu pada teori-teori studi pustaka peneliti dapat menyusun draf awal untuk

mengembangkan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal untuk SMA/MA kelas X.

2. Perencanaan Produk (*Planning*)

Tahap perencanaan dilakukan setelah mendapatkan hasil pada studi pendahuluan. Pembuatan rancangan bahan ajar meliputi: desain bahan ajar agar terkesan tidak monoton, komponen bahan ajar, dan persiapan materi serta gambar yang selanjutnya dapat dikonsultasikan kepada dosen pembimbing untuk mendapatkan kritik dan saran.

3. Pengembangan Produk (*Develop Preliminary Form of Product*)

Tahap ini merupakan tahap pembuatan bahan ajar dengan materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton kelas X SMA/MA. Pada tahap ini, peneliti juga membuat instrumen penilaian bahan ajar dan angket yang akan dikoreksi oleh dosen pembimbing. Pengembangan bahan ajar yang akan dikembangkan mengacu pada indikator yang telah ditentukan peneliti. Pada tahap penyusunan bahan ajar ini wacana, KI, KD, peta konsep, komponen bahan ajar dan materi tersusun secara lebih terstruktur dan lengkap sehingga dapat memenuhi penyusunan bahan ajar yang baik.

4. Validasi Produk (*Preliminary Field Testing*)

Produk yang dihasilkan berupa bahan ajar akan dinilai dari tim penilai yaitu 1 tim ahli materi, 1 tim ahli

media, 2 guru dari SMA/MA. Ahli materi dan ahli media merupakan dosen UIN Walisongo Semarang. Guru fisika SMA/MA adalah dari guru SMAN 1 Tanjung dan MAN Kendal.

5. Revisi Produk (*Main Product Revision*)

Produk berupa bahan ajar ini akan direvisi setelah mendapat penilaian berupa kritik dan saran dari validator atau 2 ahli materi, 2 ahli media, 2 guru fisika SMA/MA. Setelah produk direvisi, kemudian dihasilkan produk akhir yaitu bahan ajar fisika materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton kelas X SMA/MA berbasis kearifan lokal.

6. Uji Lapangan (*Main Field Testing*)

Bahan ajar setelah direvisi, kemudian dihasilkan produk akhir yaitu bahan ajar fisika materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton kelas X SMA/MA berbasis kearifan lokal selanjutnya dilakukan uji lapangan skala kecil. Pengujian lapangan yang melibatkan 10 peserta didik SMA N 1 Tanjung. Peserta didik membaca bahan ajar kemudian diberi angket yang diberikan 10 peserta didik kelas X MIPA 1,2,3, dan 7 untuk mengetahui respon terhadap bahan ajar.

### **C. Subjek Penelitian**

Subjek dalam penelitian ini yaitu para ahli yang terdiri dari 2 ahli materi, 2 ahli media, 2 guru fisika, dan 10 peserta didik kelas X SMAN 1 Tanjung. Ahli materi dan ahli media merupakan dosen UIN Walisongo Semarang yang berkompeten dibidangnya, sedangkan guru fisika merupakan guru dari SMAN 1 Tanjung dan MAN Kendal. Responden terhadap bahan ajar adalah peserta didik kelas X MIPA 1, 2, 3, dan 7 dari SMAN 1 Tanjung.

### **D. Teknik Pengumpulan Data**

#### 1. Tanya jawab atau wawancara

Tanya jawab digunakan sebagai teknik pengumpulan data apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti. Tanya jawab yang digunakan tanya jawab tidak terstruktur, peneliti menyiapkan pedoman tanya jawab hanya berupa garis-garis besar permasalahan yang akan ditanyakan (Sugiono, 2015). Tanya jawab dilakukan dengan guru sekolah pada Kota Semarang, Kendal, dan Brebes.

#### 2. Observasi

Teknik pengumpulan data yang lebih spesifik dan tak terbatas (Sugiono, 2015) )pada objek penelitian. Peneliti melakukan observasi untuk mengetahui ada dan tidak adanya bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal. Observasi

dilakukan dengan mencari literatur-literatur yang berkaitan dengan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal.

### 3. Angket atau kuesioner

Teknik validasi digunakan untuk mengetahui kevalidan bahan ajar serta instrument yang digunakan. Validasi dikembangkan berdasarkan penilaian dari validator. Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada validator untuk dijawabnya (Sugiono, 2015). Lembar penilaian menggunakan skala *likert* dengan skor 4 = sangat baik, 3 = baik, 2 = kurang, 1 = sangat kurang.

Teknik pengumpulan data berupa angket dilakukan untuk memperoleh kevalidan bahan ajar oleh tim penilai yaitu 1 tim ahli materi, 1 tim ahli media, 2 guru dari SMA/MA. dan respon peserta didik terhadap bahan ajar yang telah dikembangkan oleh 10 peserta didik kelas X MIPA 1,2,3, dan 7 SMAN 1 Tanjung.

## **E. Teknik Analisis Data**

Data yang didapatkan dalam penelitian ini berupa skor dan kritik atau saran yang didapatkan dari angket atau kuesioner. Langkah-langkah analisis data yang dilakukan tahapannya sebagai berikut ini :

1. Mengumpulkan data dari tim ahli materi, tim ahli media, dari guru fisika SMA/MA. Serta responden oleh peserta didik kelas X SMA/MA.
2. Mengubah hasil penilaian ahli dari data yang berbentuk kualitatif menjadi data yang berbentuk kuantitatif dengan ketentuan: Sangat Baik (SB) = 4, Baik (B) = 3, Kurang (K) = 2 dan Sangat Kurang (SK) = 1. 4 kriteria seperti pada Tabel 3.1

**Tabel 3.1** Skala penilaian bahan ajar 4 kriteria

Kriteria	Skor
Sangat Baik	4
Baik	3
Kurang	2
Tidak Baik	1

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

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

Dengan:

$X$  = Skor rata-rata penilaian oleh ahli

$X$  = Jumlah skor yang diperoleh ahli

$N$  = Jumlah butir pertanyaan

4. Menghitung jumlah skor per aspek pada keseluruhan *item*
5. Menghitung persentase skor per aspek pada keseluruhan *item*, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase kelayakan} = \frac{\text{Skor total}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

6. Menentukan rerata skor jawaban tim penilai kemudian mengkonversikan dengan tabel kategori jawaban seperti pada Tabel 3.2. (Sugiono, 2010).

**Tabel 3.2** Kriteria interpretasi skor

No	Interval	Kriteria
1	76-100%	Sangat Baik
2	60-75%	Baik
3	25-50%	Kurang
4	0-25%	Sangat Kurang

Jika dari analisis data penilaian para ahli terdiri dari ahli materi, ahli media, dan guru fisika SMA/MA, serta responden oleh peserta didik kelas X SMA/MA didapatkan hasil dengan kategori Sangat Baik (SB) atau Baik (B), maka bahan ajar fisika kelas X kearifan lokal dapat digunakan. Apabila belum memenuhi kualitas Sangat Baik (SB) atau Baik (B) maka bahan ajar direvisi sehingga memenuhi kualitas yang layak untuk digunakan oleh peserta didik.



**WALISONGO**



**WALISONGO**

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk berupa bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal. Materi yang difokuskan dalam bahan ajar ini adalah pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton untuk SMA/MA kelas X. Pengembangan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal terdiri dari enam tahap yaitu Studi pendahuluan (*Research and Information Collection*), Perencanaan Produk (*Planning*), Pengembangan Produk (*Develop Preliminary Form of Product*), Validasi Produk (*Preliminary Field Testing*), Revisi Produk (*Main Product Revision*), dan Uji Lapangan (*Main Field Testing*).

##### **1. Studi pendahuluan (*Research and Information Collection*)**

Pada tahap studi pendahuluan ada dua langkah yang dilakukan yaitu studi kepustakaan dan studi lapangan.

##### **a. Studi kepustakaan**

Hasil dari studi kepustakaan yaitu sudah adanya pengembangan bahan ajar berbasis kearifan lokal pada materi hukum-hukum Newton namun ruang lingkup situasi dan kondisi satu daerah, yaitu segala sesuatu yang menjadi keunggulan di daerah tersebut, namun belum terdapat bahan ajar fisika pada materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton berbasis

kearifan lokal untuk SMA/MA kelas X yang dapat dipakai di semua daerah.

b. Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan cara tanya jawab kepada guru fisika SMA/MA dari sekolah di Kota Semarang MA Uswatun Khasanah, MAN Kendal, dan SMAN 1 Tanjung Brebes mengenai bahan ajar yang ada di sekolah tersebut, diperoleh hasil bahwa sampai saat ini bahan ajar yang digunakan di sekolah masih berupa buku paket dan LKS yang dapat dipinjam dan dibeli peserta didik di sekolah. Ketersediaan buku paket dibeli sekolah melalui uang BOS dan LKS dibeli peserta didik dengan uang pribadi. Frekuensi pemakaian buku paket lebih besar jika dibandingkan dengan LKS, karena penggunaan buku LKS di sekolah-sekolah negeri tidak diperbolehkan menjadi pegangan peserta didik. Melihat isi dari kedua buku tersebut tidak terdapat pembelajaran fisika yang didasarkan pada pengaplikasian ilmu dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam segi kearifan lokal di Indonesia.

Menurut pendapat guru fisika di SMA 1 Tanjung Brebes, pembelajaran fisika yang didasarkan pada keadaan setiap daerah sangatlah bagus, hal ini dikarenakan peserta didik mampu menggali, melestarikan, dan mengembangkan potensi daerahnya

serta pembelajaran fisika akan jauh lebih menyenangkan karena peserta didik mempelajarinya melalui suatu hal yang sering melihat di kehidupan sehari-hari dan sudah menjadi kebiasaan mereka sebelumnya. Hingga saat ini pembelajaran fisika di sekolah belum pernah dilakukan melalui pendekatan kearifan lokal karena belum tersedianya bahan referensi dan bahan ajar yang mampu menghubungkan kearifan lokal dengan pembelajaran fisika SMA.

Berdasarkan informasi di atas dapat dikatakan bahwa ketersediaan bahan ajar referensi yang mengaitkan pembelajaran fisika dengan kearifan lokal sangat dibutuhkan, namun keadaan bahan tersebut masih cukup sulit ditemukan, oleh karena itu peneliti memutuskan membuat tambahan referensi bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal yang terdapat di daerah-daerah Indonesia. Peserta didik dari berbagai daerah dapat menggunakannya sebagai referensi penambah ilmu pengetahuan serta melestarikan dan mengembangkan potensi-potensi daerah yang mereka miliki.

## 2. Perencanaan Produk (*Planning*)

Tahap perencanaan dilakukan dengan cara mengumpulkan materi yang berkaitan dengan materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton. Peneliti mencari referensi mengenai kriteria standar pembuatan bahan ajar dari buku dan internet. Pencarian ilustrasi berupa gambar yang berkaitan dengan kearifan lokal yang disesuaikan dengan materi. Pembuatan rancangan bahan ajar sesuai standar yang meliputi komponen bahan ajar, desain/tampilan bahan ajar, persiapan materi dan ilustrasi berupa gambar yang selanjutnya dikonsultasikan kepada dosen pembimbing untuk mendapatkan saran dan masukan. Komponen pada bahan ajar fisika meliputi :

- a. Halaman muka/cover
- b. Kata pengantar
- c. Daftar isi
- d. Awal bab
- e. Inti materi
- f. Apersepsi
- g. Kegiatan
- h. Penting
- i. Gravitasi (Gerak berprestasi)
- j. *Skala* (Fisika dan kearifan lokal)
- k. Tokoh ilmuwan
- l. Contoh soal

- m. Rangkuman
  - n. Daftar pustaka
  - o. Evaluasi bab
  - p. Appendix
3. Pengembangan Produk

Pengembangan produk diawali dengan membuat produk awal (*prototipe*) atau rancangan produk berupa bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton untuk SMA/MA kelas X. Tampilan sampul depan produk awal dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Sampul depan

Susunan bahan ajar ini berisi sampul, kata pengantar, kompetensi inti dan kompetensi dasar, dan komponen bahan ajar. Setiap awal bab yang berisi judul, inti materi, gambar pembuka, tujuan pembelajaran, peta konsep, kata

kunci, apersepsi, materi, contoh soal, gravitasi, penting, kegiatan, skala, rangkuman, evaluasi bab, daftar pustaka, kunci jawaban, dan appendix.

Pada tahap ini peneliti menganalisis kearifan lokal untuk dikaitkan dengan materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton. Kearifan lokal pada bahan ajar ini berupa permainan tradisional, kebiasaan atau adat istiadat, mata pencaharian atau profesi, dan infrastruktur bangunan. Tujuan dari dikaitkannya materi fisika dengan permainan tradisional, kebiasaan atau adat istiadat, mata pencaharian atau profesi, dan infrastruktur bangunan yaitu untuk melestarikan dan mengembangkan yang sudah mulai hilang akibat dari perkembangan zaman, serta memperluas wawasan peserta didik mengenai fenomena fisika yang ada dalam kehidupan.

Kearifan lokal berupa permainan tradisional, kebiasaan atau adat istiadat, mata pencaharian atau profesi, dan infrastruktur bangunan yang dapat dikaitkan dengan konsep fisika materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton yaitu:

- 1) Beruk, mud, literan, pikul
- 2) Jam bencet
- 3) Dacin gantung
- 4) Getek
- 5) Pemain sepak bola

- 6) Rel kereta api
- 7) Bola bekel
- 8) Mobil isi ulang air minum
- 9) Buah kelapa jatuh bebas
- 10) Stel pelk
- 11) Gerabah
- 12) Gatrik
- 13) Kerekan sumur/katrol
- 14) Parut
- 15) Pecah batu
- 16) Kontrakol/boy-boyan
- 17) Limbung
- 18) Odong-odong

Penjelasan kearifan lokal berupa permainan tradisional, kebiasaan atau adat istiadat, mata pencaharian atau profesi, dan infrastruktur bangunan yang berhubungan dengan materi fisika dapat dilihat pada Tabel 4.1, 4.2, 4.3, 4.4

**Tabel 4.1** permainan tradisional yang berkaitan dengan materi fisika

<b>Permainan Tradisional</b>	<b>Penjelasan Fisika</b>
Bola bekel	Contoh GLBB
Gatrik	Contoh pengaruh gaya terhadap benda

Kontrakol/boy-boyan	Contoh hukum II Newton
Odong-odong	Contoh benda memutar vertikal

**Tabel 4.2** kebiasaan atau adat istiadat yang berkaitan dengan materi fisika

<b>Kebiasaan atau Adat Istiadat</b>	<b>Penjelasan Fisika</b>
Beruk, mud, literan, pikul	Contoh satuan massa
Getek	Contoh vektor
Parut	Contoh gaya gesek
Kerekan sumur /katrol	Contoh gaya tegangan tali
Buah kelapa jatuh bebas	Contoh gerak jatuh bebas
Limbung	Contoh percepatan sentripetal

**Tabel 4.3** mata pencaharian atau profesi yang berkaitan dengan materi fisika

<b>Mata Pencaharian atau Profesi</b>	<b>Penjelasan Fisika</b>
Dacin gantung	Contoh pengukuran
Pemain sepak bola	Contoh perpindahan

Mobil isi ulang air minum	Contoh Gerak lurus
Stel pelk	Contoh hubungan roda sepusat
Gerabah	Contoh pengaruh gaya

**Tabel 4.4** infrastruktur bangunan yang berkaitan dengan materi fisika

<b>Infrastruktur Bangunan</b>	<b>Penjelasan Fisika</b>
Jam bencet	Contoh satuan tak baku waktu
Rel kereta api	Contoh lintasan GLB

Berdasarkan Tabel 4.1, 4.2, 4.3, dan Tabel 4.4 kearifan lokal berupa permainan tradisional kebiasaan atau adat istiadat, mata pencaharian atau profesi, dan infrastruktur bangunan dapat digunakan untuk menjelaskan konsep fisika sehingga diharapkan dapat memberikan motivasi dan mempermudah peserta didik dalam mempelajari materi fisika.

#### 4. Validasi produk (*Preliminary Field Testing*)

Penilaian bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal dilakukan oleh 1 ahli materi, 1 ahli media, dan 2 guru fisika SMA/MA. Penilaian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas bahan ajar dan kelayakan bahan ajar. Penilaian bahan ajar meliputi aspek kelayakan isi, aspek penyajian materi, aspek

komponen pembahasan, dan aspek komponen kegrafikan yang berupa skor kemudian dikonversikan menjadi empat kategori yaitu sangat baik (SB), baik (B), kurang (K), dan sangat kurang (SK).

a. Validasi ahli materi dan guru fisika

Penilaian ahli materi bertujuan untuk mengetahui kualitas materi bahan ajar. Penilaian dilakukan oleh 2 ahli materi yaitu Joko Budi Poernomo, M. Pd dan Biaunik Niski Kumila, S. Si, M. S (dosen fisika UIN Walisongo) serta guru fisika SMA/MA yaitu Asep Sutisno, S. Pd (guru fisika SMA N 1 Tanjung) dan Aida Rahmawati, S. Pd (guru fisika MAN Kendal). Hasil penilaian bahan ajar setiap aspek dapat dilihat pada Lampiran 10.

Penilaian bahan ajar berdasarkan kelayakan isi, mendapatkan nilai rata-rata 3,5 dan presentasi kelayakan 87,5% dengan kategori sangat baik (SB), aspek penyajian materi mendapatkan nilai rata-rata 3,45 dan presentasi kelayakan 87% dengan kategori sangat baik (SB). Secara keseluruhan dari kedua aspek tersebut didapatkan nilai rata 3,5 dan presentasi kelayakan 87,5% sehingga menurut ahli materi, bahan ajar fisika yang dikembangkan dalam kategori sangat baik (SB).

b. Validasi ahli media

Penilaian ahli media dilakukan untuk mengetahui kualitas produk sebagai bahan ajar fisika SMA/MA kelas X. Penilaian dilakukan oleh 2 ahli media yaitu Wenty, S. Pd, M. Kom dan Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd (dosen fisika UIN Walisongo). Hasil penilaian bahan ajar setiap aspek dapat dilihat pada Lampiran 11.

Penilaian bahan ajar berdasarkan aspek komponen kebahasaan mendapatkan nilai rata-rata 3 dan presentasi kelayakan 75% dengan kategori baik (B), aspek komponen kegrafikan mendapatkan nilai rata-rata 2,88 dan presentasi kelayakan 72% dengan kategori baik (B). Secara keseluruhan dari kedua aspek tersebut didapatkan nilai rata-rata 2,94 dan presentasi kelayakan 73% sehingga menurut ahli media, bahan ajar fisika yang dikembangkan dalam kategori baik (B).

5. Revisi produk (*Main Product Revision*)

Revisi produk dilakukan bertujuan untuk memperoleh produk yang memadai dan sesuai dengan kebutuhan di lapangan. Pada penelitian ini, selain mendapatkan data kuantitatif juga mendapatkan data kualitatif yang berupa saran dan masukan terhadap bahan ajar fisika agar dapat meningkatkan kualitas bahan ajar. Berikut ini saran dan masukan dari para ahli dan guru yaitu:

a. Saran dan masukan dari ahli materi dan guru fisika

Secara umum, menurut penilaian ahli materi, kualitas bahan ajar yang telah dikembangkan dalam kategori baik (SB). Saran dan masukan yang diberikan penilai digunakan untuk tahap revisi berikutnya. Saran dan masukan dari ahli materi dan guru fisika dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Saran dan masukan dari ahli materi dan guru fisika

No.	Saran dan Masukan
1	Kalimat pengantar, komponen bahan ajar, BAB I Pengukuran, hal. 3 dan 4. Usahakan dalam menyusun kalimat/ejaan menggunakan pedoman terbaru Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI).
2	Penulisan notion jawaban di soal A. B. C. D. E. Soal-soal pengayaan perlu dicantumkan dan ditambah. Bobot soal bisa ditingkatkan.
3	Pada "GRAVITASI" perlu di tambah kalimat/ kata operasional untuk mengerjakan soal.
4	Pada sub bab satuan standar kurang jelas sebaiknya nama sub bab dirubah menjadi satuan standar fisika, lalu dibagi menjadi dua :1. Satuan standar tak baku, 2. Satuan standar baku. Isi satuan standar tak baku harus dikurangi, sedangkan isi satuan standar baku harus ditambah.

5	Contoh konsep GLBB sebaiknya gerak jatuh bebas (sebuah bola dijatuhkan ke lantai).
6	tunjukkan poin di bahan ajar yang mempresentasikan KI/KD 1 dan 2.
7	Gambar pada penerapan Newton kurang membedakan dilantai kasar atau licin. Sebaiknya berikan arsiran untuk lantai kasar.

b. Saran dan masukan dari ahli media

Secara umum, menurut penilaian ahli media, kualitas bahan ajar yang telah dikembangkan dalam kategori baik (B). Saran dan masukan yang diberikan penilai digunakan untuk tahap revisi berikutnya. Saran dan masukan dari ahli media dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Saran dan masukan dari ahli media

No.	Saran dan Masukan
1	Cari diksi yang tepat untuk setiap pengungkapan maksud (hal. 3 dan 41).
2	Kemampuan bahan ajar dalam memberikan motivasi penting agar peserta didik tertarik dan tidak bosan, oleh karena itu melengkapkan bahasa di bagian GRAVITASI dengan memberi soal tetapi diungkapkan dengan nuansa menyemangati, sederhana, tapi maksudnya sampai.
3	Pelajari sistematika numbering buku pedoman kebahasaan. Aligment ditata kembali.

4	Penggambaran tabel, tittle tabel lihat acuan yang distandarkan pembuatan bahan ajar.
5	Pilih gambar yang tepat, yang benar-benar menjelaskan maksud kata, maksud materi. Ukuran gambar diperhatikan, sumber gambar dari online lebih baik disertakan appendix.
6	Seharusnya gambar “balon” pada cover kurang enak dipandang, sederhanakan sesuai kearifan lokal yang terletak di dalam bahan ajar.
7	warna kuning/orange kurang jelas, sebaiknya warna diperjelas dengan memilih yang gelap karena kertas sudah terang.

#### 6. Uji Lapangan (*Main Field Testing*).

Uji lapangan dilakukan untuk memperoleh respon peserta didik terhadap bahan ajar yang telah dikembangkan dengan menggunakan angket. Data diperoleh melalui respon yang diberikan oleh 10 peserta didik kelas X MIPA 1,2,3, dan 7 dari SMA N 1 Tanjung. Daftar nama responden dapat dilihat pada lampiran 12. Hasil angket responden terhadap bahan ajar setiap aspek dapat dilihat pada Lampiran 15.

Angket respon terhadap bahan ajar berdasarkan aspek ketertarikan mendapatkan nilai rata-rata 3,3 dan presentasi kelayakan 82% dengan kategori sangat baik (SB), aspek materi mendapatkan nilai rata-rata 3,3 dan presentasi

kelayakan 82% dengan kategori sangat baik (SB), dan aspek bahasa mendapatkan nilai rata-rata 3,45 dan presentasi kelayakan 87% dengan kategori sangat baik (SB). Secara keseluruhan dari ketiga aspek tersebut didapatkan nilai rata-rata 3,3 dan presentasi kelayakan 82% sehingga menurut 10 responden, bahan ajar fisika yang dikembangkan dalam kategori sangat baik (SB).

## **B. Pembahasan**

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (*research and development*). Penelitian pengembangan ini mengacu pada prosedur penelitian pengembangan menurut Borg dan Gall. Terdapat enam tahap yang dilakukan peneliti dalam mengembangkan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal yaitu Studi pendahuluan (*Initial Study/Research and Information Collection*), Perencanaan Produk (*Planning*), Pengembangan Produk (*Develop Preliminary Form of Product*), Validasi Produk (*Preliminary Field Testing*), Revisi Produk (*Main Product Revision*), dan Uji Lapangan (*Main Field Testing*).

### **1. Studi Pendahuluan (*Research and Information Collection*)**

Studi pendahuluan dilakukan dengan dua langkah yaitu studi kepustakaan dan studi lapangan.

### 1) Studi kepustakaan

Studi kepustakaan bertujuan untuk mencari literatur dan referensi yang berkaitan dengan pengembangan modul fisika materi keseimbangan dan dinamika rotasi, elastisitas, dan fluida statik kelas IX SMA/MA berbasis kearifan lokal. Studi kepustakaan dilakukan pada bulan Maret 2016 - Januari 2017. Peneliti mencari beberapa sumber beberapa perpustakaan yaitu perpustakaan FITK UIN Walisongo, perpustakaan pusat UIN Walisongo, dan website.

### 2) Studi lapangan

Studi lapangan bertujuan untuk mengetahui keberadaan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal di sekolah. Peneliti melakukan studi lapangan dengan cara tanya jawab kepada guru fisika SMA/MA di tiga sekolah MA Uswatun Hasanah di Kota Semarang, MAN Kendal, dan SMA N 1 Tanjung Brebes mengenai bahan ajar yang ada di sekolah tersebut.

Bahan ajar bertujuan untuk meningkatkan kemampuan peserta didik secara mandiri sehingga tidak tergantung kepada pendidik. Bahan ajar dikaitkan dengan kearifan lokal berupa permainan tradisional, kebiasaan atau adat istiadat, mata pencaharian atau profesi, dan infrastruktur bangunan yang ada di lingkungan peserta didik sehingga diharapkan mampu

membantu peserta didik dalam memahami materi fisika pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton.

## 2. Perencanaan Produk (*Planning*)

Tahap kedua yaitu perencanaan produk berupa penyusunan desain bahan ajar dan materi yang akan disajikan. Kearifan lokal merupakan nilai-nilai yang berlaku dalam suatu masyarakat yang diyakini kebenarannya dan menjadi acuan dalam bertingkah laku sehari-hari. Kearifan juga dapat berupa kegiatan masyarakat yang sehari-harinya menggambarkan suatu tindakan yang sudah menjadi kebiasaan, selain itu kearifan lokal dapat berupa bangunan fisik dari lingkungan sekitar yang sering dijumpai. Setelah peneliti memperoleh contoh kearifan lokal yang dapat dikaitkan dengan materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton. Bahan ajar yang dikembangkan merupakan bahan ajar yang mengacu pada kurikulum 2013, sehingga peneliti menentukan kompetensi inti, kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran yang akan digunakan sesuai dengan kurikulum 2013. Desain atau tampilan bahan ajar dibuat menarik sehingga peserta didik termotivasi untuk belajar materi fisika. Susunan materi disajikan secara urut sehingga peserta didik memudahkan peserta didik mempelajari materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton.

### 3. Pengembangan Produk (*Develop Preliminary Form of Product*)

Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah buku sebagai referensi tambahan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal. Langkah awal yang dilakukan peneliti pada tahap ini adalah menyusun *draf* yang akan menjadi acuan dalam penyusunan bahan ajar. Langkah kedua yang peneliti lakukan yaitu menyusun bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal berdasarkan referensi yang sudah didapatkan. Bahan ajar berisi tiga bab materi fisika yaitu pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton. Langkah berikutnya peneliti menyusun instrumen validasi untuk ahli materi/guru, ahli media, serta angket respon terhadap bahan ajar. Ciri khas dari bahan ajar berbasis kearifan lokal ini terdapat satu bagian bahan ajar yaitu “Skala (Fisika kearifan lokal)”. Bagian tersebut berisi tentang keterkaitan kearifan lokal dengan materi fisika. Berikut ini ulasan mengenai bagian Skala (Fisika kearifan lokal) yang terdapat dalam setiap materi pada suatu bahasan bahan ajar:

#### a. Pengukuran

Besaran-besaran fisika diketahui mempunyai tujuh besaran, namun peneliti hanya membahas tiga besaran yaitu besaran panjang, massa, dan waktu. Pembatasan bahasan tiga besaran tersebut dikarenakan tiga besaran pokok hanya dapat dijelaskan pada materi

pengukuran, sedangkan besaran suhu dapat dijelaskan secara lengkap di materi pokok suhu, besaran arus listrik terdapat pada materi pokok kelistikan, begitu pula dengan besaran intensitas cahaya dan jumlah zat. Alat ukur yang peneliti sajikan dalam bahan ajar pun disediakan untuk besaran panjang, massa, dan waktu.

Bagian Skala (Fisika kearifan lokal) dalam materi pengukuran tentang mata pencaharian atau profesi yang mulai tergantikan oleh alat ukur yang lebih sederhana dan canggih yang prinsip ukurnya sama serta berkaitan dengan materi pengukuran. Dacin gantung merupakan alat yang untuk menimbang hasil panen petani dan berat balita.

Berikut ini kebiasaan atau adat istiadat, infrastruktur bangunan, dan mata pencaharian atau profesi yang berhubungan dengan materi pengukuran:

- 1) Beruk, mud, literan, pikul
- 2) Jam bencet
- 3) Getek

b. Gerak benda

Bagian Skala (Fisika kearifan lokal) dalam materi gerak benda tentang mata pencaharian atau profesi yaitu usaha isi ulang air. Kendaraan tengki air minum dipergunakan sering sekali meninggalkan tetesan air

dipermukaan jalan. Tetesan air berasal dari kendaraan tengki menggambarkan gerak lurus.

Berikut ini kebiasaan atau adat istiadat, infrastruktur bangunan, dan mata pencaharian atau profesi yang berhubungan dengan materi gerak benda:

- 1) Pemain sepak bola
- 2) Rel kereta api
- 3) Bo;a bekel
- 4) Buah kelapa jatuh bebas

c. Hukum-hukum Newton

Bagian Skala (Fisika kearifan lokal) dalam materi hukum-hukum Newton tentang permainan tadisional yatu kontrakol/boy-boyan. Berikut ini permainan tradisional, kebiasaan atau adat istiadat, mata pencaharian atau profesi , dan infrastruktur bangunan yang berkaitan dengan materi hukum-hukum Newton yaitu:

- 1) Stel pelk
- 2) Gerabah
- 3) Gatrik
- 4) Kerekan sumur/katrol
- 5) Parut
- 6) Pecah batu
- 7) Limbung
- 8) Odong-odong

#### 4. Validasi produk (*Preliminary Field Testing*)

Validasi terhadap bahan ajar dilakukan oleh 1 ahli materi, 1 ahli media, dan 2 guru fisika SMA/MA. Data hasil validasi meliputi data berupa skor kemudian dikonversikan menjadi empat kategori yaitu Sangat Baik (SB), Baik (B), Kurang (K), dan Sangat Kurang (SK). Skor yang diperoleh juga diolah menjadi presentase.

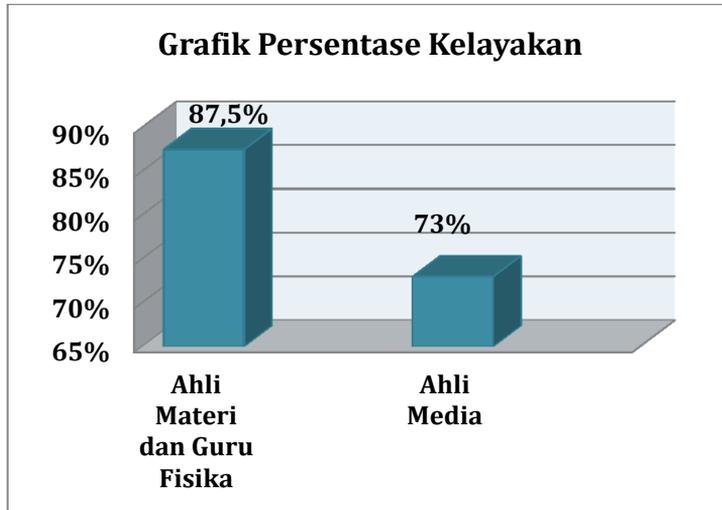
##### a. Ahli materi dan guru fisika

Aspek yang dinilai oleh ahli materi dan guru fisika adalah aspek kelayakan isi dan komponen penyajian materi. Berdasarkan penilaian ahli materi dan guru terhadap kualitas bahan ajar yang dikembangkan dalam kategori “Sangat Baik” dengan persentase 87,5 %. Persentase rerata jawaban masuk ke dalam interval >76-100% dalam kategori “Sangat Baik” dan layak digunakan.

##### b. Ahli media

Aspek yang divalidasi oleh ahli media adalah aspek komponen kebahasaan dan komponen kegrafikan. Berdasarkan validasi ahli media terhadap kualitas bahan ajar yang dikembangkan dalam kategori “Baik” dengan persentase 73%. Persentase rerata jawaban masuk ke dalam interval >60-75% dalam kategori “Baik” dan layak digunakan.

Adapun hasil persentase keseluruhan validasi bahan ajar dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Grafik persentase kelayakan bahan ajar

#### 5. Revisi produk (*Main Product Revision*)

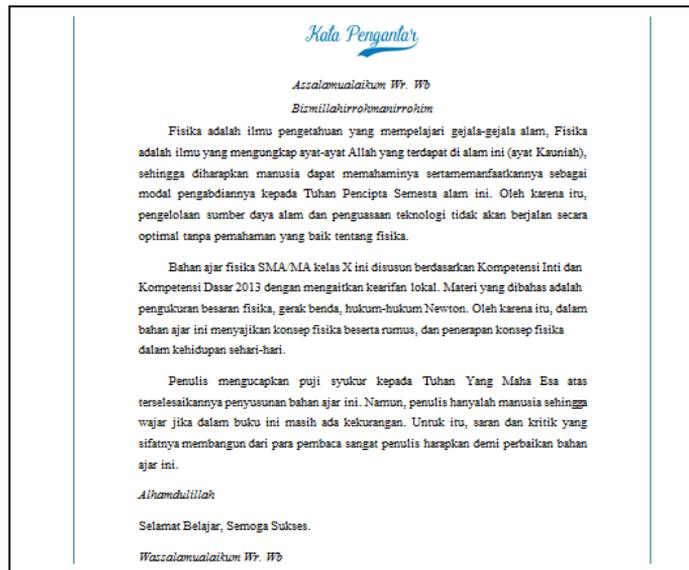
Revisi produk dilakukan satu kali. Revisi dilakukan setelah mendapatkan validasi dari ahli materi/guru dan ahli media. Peneliti merevisi berdasarkan saran dan masukan dari ahli materi/guru dan media.

Produk akhir penelitian dan pengembangan ini berupa bahan ajar yang sudah direvisi berdasarkan 1 ahli materi, 1 ahli media, dan 2 guru fisika sehingga bahan ajar fisika materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton dapat digunakan oleh peserta didik SMA/MA kelas X. Produk akhir dari penelitian dan pengembangan ini terdapat pada lampiran 16.

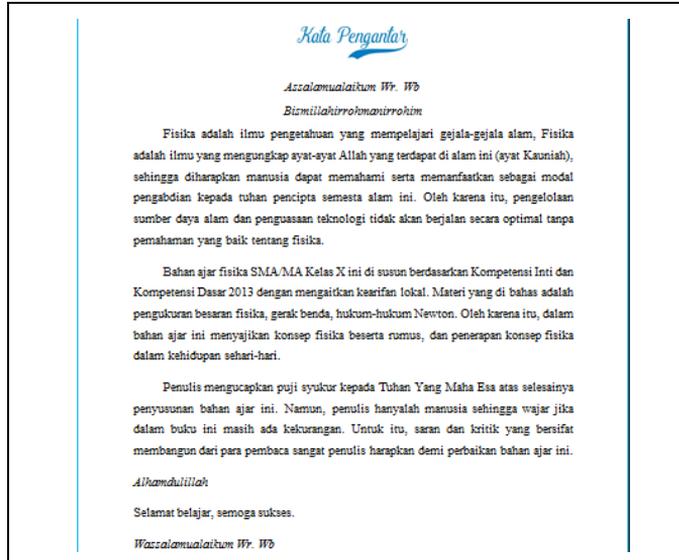
Berikut ini tampilan beberapa revisi bahan ajar yang berpedoman dari masukan dan saran tim validator:

a. Ahli materi/guru

- 1) Penulisan ejaan yang kurang pas sebaiknya memperhatikan pedoman umum ejaan bahasa Indonesia. Berikut hasil revisi kata pengantar yang benar pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



**Gambar 4.3** kata pengantar sebelum revisi



**Gambar 4.4** kata pengantar setelah revisi

2) Penulisan notion jawaban di soal, sebaiknya mengikuti aturan soal ujian nasional. Berikut hasil revisi notion jawaban yang salah dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.

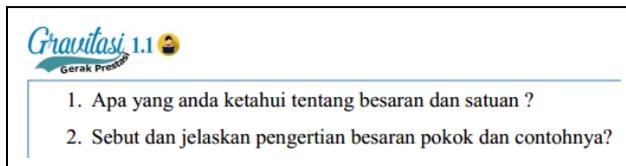
1. Berikut ini merupakan perubahan keadaan benda yang ditimbulkan oleh gaya, kecuali . . . .
  - a. perubahan kecepatan
  - b. perubahan bentuk
  - c. perubahan arah gerak
  - d. perubahan warna
  - e. perubahan nilai

**Gambar 4.5** Notion soal sebelum revisi

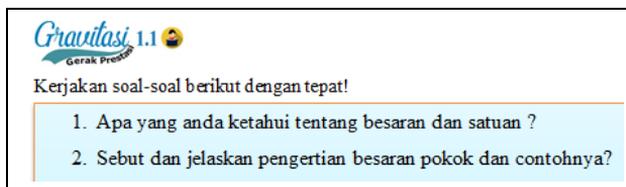
1. Berikut ini merupakan perubahan keadaan benda yang ditimbulkan oleh gaya, kecuali . . . .
  - A. perubahan kecepatan
  - B. perubahan bentuk
  - C. perubahan arah gerak
  - D. perubahan warna
  - E. perubahan nilai

**Gambar 4.6** Notion soal setelah revisi

- 3) Pada “GRAVITASI” perlu di tambah kalimat/ kata operasional untuk mengerjakan soal. Berikut hasil revisi notion jawaban yang salah dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8.



**Gambar 4.7** gravitasi sebelum revisi



**Gambar 4.8** gravitasi setelah revisi

- 4) Pada sub bab satuan standar kurang jelas sebaiknya nama sub bab dirubah menjadi satuan standar fisika, lalu dibagi menjadi dua : pertama

Satuan standar tak baku, kedua Satuan standar baku. Isi satuan standar tak baku harus dikurangi, sedangkan isi satuan standar baku harus ditambah. . Berikut hasil revisi pada sub bab satuan standar yang salah dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10

**3. Satuan Standar**



Sejak zaman dahulu, manusia telah menyadari pentingnya pengukuran dan memperkirakan berbagai jenis besaran. Misalnya di Indonesia untuk menyatakan

**a. Satuan ukuran luas (panjang dan lebar)**

1) Tumbuk

Satuan luas Tumbuk biasa digunakan di daerah Jambi, dan :

Usaha serius untuk menstandarkan satuan pengukuran dilakukan pertama kali pada 1889 di Paris. Namun masih ada kegagalan yang tidak terselesaikan. Pada konferensi Oktober 1960 satuan standar untuk pengukuran pun diperbarui dan menghasilkan sistem Satuan Internasional (SI).

**Gambar 4.9** subbab satuan standar sebelum revisi

**3. Satuan Besaran Fisika**



Sejak zaman dahulu, manusia telah menyadari pentingnya pengukuran dan memperkirakan berbagai

**a. Satuan Tak Baku**

1) **Satuan ukuran luas (panjang dan lebar)**

a) Tumbuk

**b. Satuan Baku (Standar)**

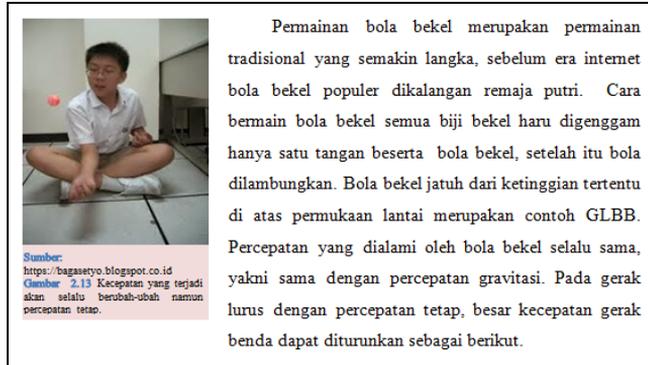
Usaha serius untuk menstandarkan satuan pengukuran dilakukan pertama kali pada 1889 di Paris. Namun masih ada kegagalan yang tidak terselesaikan. Pada

**Gambar 4.10** subbab satuan standar setelah revisi

5) Penyesuaian gambar kearifan lokal salah. Contoh konsep GLBB sebaiknya gerak jatuh bebas ( sebuah bola dijatuhkan ke lantai). Percepatan GLBB pada ketam ketam hanya bertumpu pada ketajaman ketam. Sebagai gantinya ahli materi menyarankan diganti contoh gerak jatuh bebas, peneliti menggantinya dengan permainan tradisional yaitu permainan bola bekel. Berikut hasil revisi Penyesuaian gambar kearifan lokal salah dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.12.



**Gambar 4.11** penyesuaian gambar sebelum revisi



**Gambar 4.12** penyesuaian gambar setelah revisi

b. Ahli media

Data saran dan masukan dari ahli media diantaranya yaitu:

- 1) Sistematika numbering buku yang kurang tertata rapi. Ahli media menyarankan untuk mengacu pada pedoman kebahasaan. Aligment ditata kembali. Berikut hasil revisi gambar komponen numbering kurang tertata pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14.

**c. Operasi angka penting**

**1. Penjumlahan dan pengurangan denga**

Hasil penjumlahan dan pengurangan diragukan (angka perkiraan). Jika seluruh terakhir adalah angka yang di ragukan.

a)  $25\overset{\cdot}{3}00$  m (angka 3 diragukan)  
 $41\overset{\cdot}{4}0$  m (angka 0 diragukan)

$$\begin{array}{r} \text{-----} \\ + \\ \text{-----} \end{array}$$

**Gambar 4.13** numbering sebelum revisi

**c. Operasi angka penting**

**1) Penjumlahan dan pengurangan dengan**

Hasil penjumlahan dan pengurangan harus diragukan (angka perkiraan). Jika seluruh bilangan terakhir adalah angka yang diragukan.

a)  $25\overset{\cdot}{3}00$  m (angka 3 diragukan)  
 $414\overset{\cdot}{0}$  m (angka 0 diragukan)

$$\begin{array}{r} \text{---} \\ + \\ \hline 2944\overset{\cdot}{0} \end{array}$$

$2944\overset{\cdot}{0}$  m mempunyai dua angka di

**Gambar 4.14** numberling setelah revisi

- 2) Gambar komponen buku tidak sesuai dengan bahan ajar, sebaiknya gambar yang dibuat riil agar tidak menjadi sumber miskonsepsi. Berikut hasil revisi gambar komponen buku yang tidak riil pada Gambar 4.15 dan Gambar 4.16.

*Komponen Buku*

**Awal Bab** : Tampilan awal bab terdapat gambar yang menarik sesuai dengan materi, judul bab, tujuan pembelajaran, dan persepsi.

**Gambar 4.15** komponen bahan ajar sebelum revisi

*Komponen Bahan Ajar*

**Awal Bab** : Tampilan awal bab terdapat gambar yang menarik sesuai dengan materi, judul bab, tujuan pembelajaran, dan persepsi.

**Gambar 4.16** komponen bahan ajar setelah revisi

- 3) Penggambaran tabel, title tabel lihat acuan yang distandarkan pembuatan bahan ajar pada pedoman kebahasaan. Berikut hasil revisi gambar tabel yang salah pada Gambar 4.17 dan Gambar 4.18.

Tabel 1.3 Satuan Panjang Tak Baku				
No.	Gambar	Besaran	Satuan	Nilai
1.		Jarak dua ujung tangan yang di rentangkan	1 Depa	1,6 – 2 meter
2.		Jarak antara siku dengan ujung jari	1 Hasta	0,4 – 0,6 meter
3.		Jarak antara ujung ibu jari dengan ujung jari kelingking	1 Jengkal	$\pm 0,2 - 0,28$ meter

**Gambar 4.17** tabel sebelum revisi

Tabel 1.3 Satuan Panjang Tak Baku				
No.	Gambar	Besaran	Satuan	Nilai
1.		Jarak dua ujung tangan yang di rentangkan	1 Depa	1,6 – 2 meter
2.		Jarak antara siku dengan ujung jari	1 Hasta	0,4 – 0,6 meter
3.		Jarak antara ujung ibu jari dengan ujung jari kelingking	1 Jengkal	$\pm 0,2 - 0,28$ meter

**Gambar 4.18** tabel setelah revisi

- 4) Seharusnya gambar “balon” pada cover kurang enak dipandang, sederhanakan sesuai kearifan

lokal yang terletak di dalam bahan ajar. Berikut hasil revisi gambar cover yang kurang tepat pada Gambar 4.19 dan Gambar 4.20.



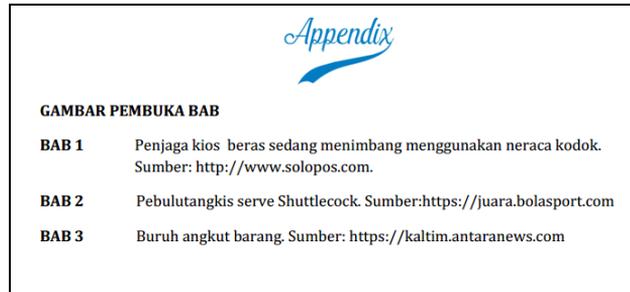
**Gambar 4.19** cover sebelum revisi



**Gambar 4.20** cover setelah revisi

- 5) Belum ada bagian yang memuat sumber daftar gambar atau appendix, hendaknya ditambahkan

setelah daftar pustaka. Peneliti menambahkan appendix di halaman akhir pada bahan ajar dapat dilihat pada Gambar 4.21



**Gambar 4.21** gambar appendix

#### 6. Uji Lapangan (*Main Field Testing*).

Uji lapangan dilakukan dengan skala kecil yaitu pada peserta didik kelas X MIPA 1,2,3, dan 7 SMAN 1 Tanjung Brebes sebelum produk direvisi. Seharusnya sebelum dilakukan uji lapangan sebaiknya bahan ajar setelah divalidasi oleh tim ahli penilai direvisi terlebih dahulu, hal itu sesuai dengan tahap pengembangan Borg and Gall. Kenyataan dalam uji lapangan peneliti tidak terlebih dahulu melakukan revisi, akan tetapi bahan ajar yang sudah selesai dari tahap pengembangan produk langsung diujikan ke lapangan, hal ini kurang sesuai dengan tahap pengembangan Borg and Gall, karena terbatasnya waktu dan biaya yang dimiliki oleh peneliti. Data hasil angket meliputi data berupa skor kemudian dikonversikan menjadi

empat kategori yaitu Sangat Baik (SB), Baik (B), Kurang (K), dan Sangat Kurang (SK). Skor yang diperoleh juga diolah menjadi presentase.

Berdasarkan responden terhadap bahan ajar yang dikembangkan dalam kategori “Sangat Baik” dengan persentase 82% sehingga menurut 10 peserta didik kelas X MIPA 1,2,3, dan 7 SMAN 1 Tanjung, bahan ajar fisika yang dikembangkan layak digunakan.



**WALISONGO**

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

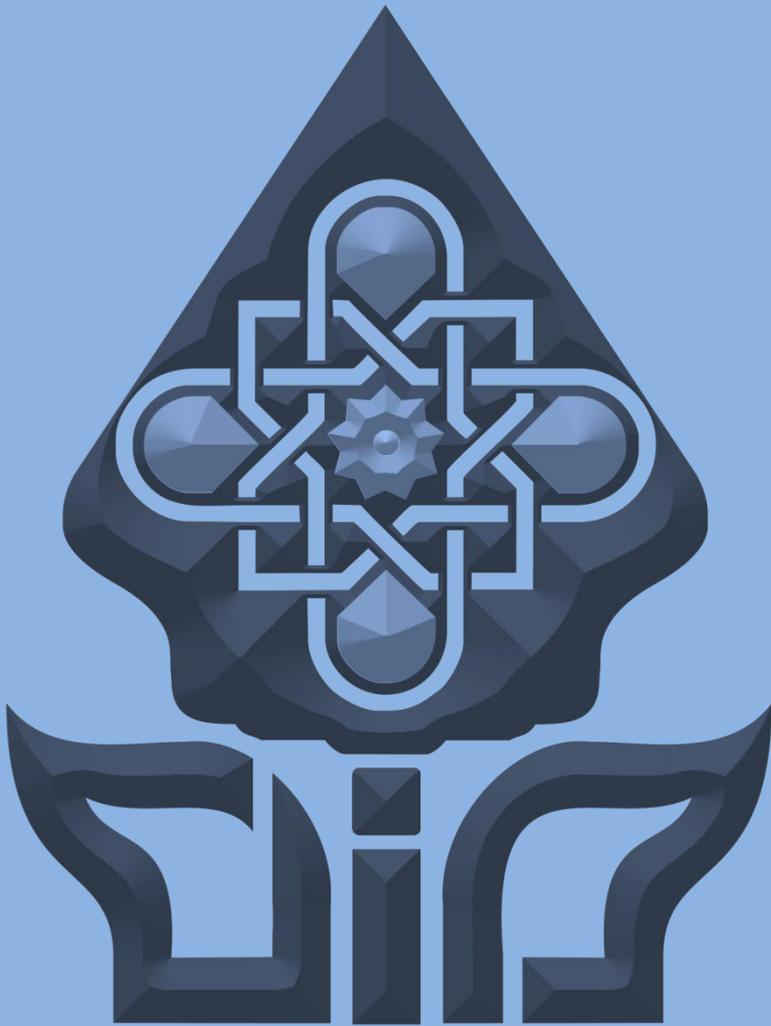
#### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengembangan yang dilakukan peneliti, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Prosedur penelitian dan pengembangan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal untuk Kelas X SMA/MA pada materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton yang mengacu pada metode R & D yang dikembangkan oleh Borg and Gall, ada sepuluh tahap. Pengembangan hanya dilakukan enam langkah dikarenakan terbatasnya waktu dan biaya yang dimiliki oleh peneliti yaitu yaitu Studi pendahuluan (*Initial Study/Research and Information Collection*), Perencanaan Produk (*Planning*), Pengembangan Produk (*Develop Preliminary Form of Product*), Validasi Produk (*Preliminary Field Testing*), Revisi Produk (*Main Product Revision*), dan Uji Lapangan (*Main Field Testing*).
2. Hasil rerata ketiga penilaian ahli yaitu ahli materi, ahli media, dan guru fisika adalah 80,25%, sehingga bahan ajar dikategorikan sangat baik dan layak digunakan”.

**B. Saran**

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pengembangan ini, peneliti menyarankan supaya produk yang dihasilkan berupa bahan ajar fisika materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton kelas X SMA/MA berbasis kearifan lokal diujicobakan dikelas untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari bahan ajar ini. Peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian pengembangan berbasis kearifan lokal untuk materi fisika yang berbeda, sehingga dapat memperkaya bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal.



**WALISONGO**

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, Iif Khoiru. Dkk. 2012. *Mengembangkan Pendidikan Berbasis Keunggulan Lokal dalam KTSP*. Jakarta : Prestasi Pustaka.
- Agustiana, I Gusti Ayu Tri dan Tika, I. N. 2013. *Konsep Dasar IPA Aspek Fisika Dan Kimia*. Yogyakarta: Ombak.
- Albab, Nourma Muslichah. 2014. *Pengembangan Modul Fisika Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Hukum Newton Untuk Siswa SMA N 1 Sentolo Kelas X Kulon Progo*. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Anwari. 2015. *Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Kearifan Lokal di Taman Nasional Gunung Merapi untuk SMA/MA Kelas X Materi Keanekaragaman Hayati*. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Asmani, Jamal Ma'ruf. 2012. *Pendidikan Berbasis Keunggulan Kearifan Lokal*. Yogyakarta: Diva Press.
- Azizahwati, dkk. 2015. *Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika SMA Berbasis Kearifan Lokal Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa*. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXIX HFI. Jateng & DIY 25 April 2015.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA, Dirjen Mandikdasmen.

- Giancoli, Douglas C. 2014. *Fisika: Teori dan Aplikasi (Jilid 1) (Edisi 7)*. Jakarta: Erlangga.
- Gumanti, Tatang Ary, dkk, 2016. *Metode Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Haryati, Mimin. 2007. *Sistem Penilaian Berbasis Kompetensi, Teori dan Praktek*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Istighfara, Dina Ayu. 2016. *Pengembangan Modul fisika berciri kearifan lokal pada Materi Gaya, Getaran dan Gelombang, dan Bunyi Untuk Siswa SMP/MTs kelas VIII*. Skripsi. Semarang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
- Istighfara, Dini Ayu. 2016. *Pengembangan Modul fisika berciri kearifan lokal pada Materi Besaran dan Pengukuran, Pemuaiian, dan Kalor untuk Siswa SMP/MTs Kelas VII*. Skripsi. Semarang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
- Kanginan, Marthen. 2013. *Fisika 1 untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Erlangga
- Karsiwan. 2016 *Pengembangan Buku Ajar IPS Pada Materi Sejarah Berbasis Nilai-nilai Kearifan Lokal Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa*. Tesis. Bandar Lampung: Program Magister Pendidikan Ips Universitas Lampung.
- Lestari, I. 2013. *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Kompetensi*. Padang: Akademia Permata.

- Marfai, M. A. 2012. *Pengantar Etika Lingkungan dan Kearifan Lokal*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Martawiaya, M. A. 2014. Buku Fisika Peserta Didik Berbasis Kearifan Lokal Untuk Meningkatkan Karakter dan Ketuntasan Belajar. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. 10 (3): 285-292
- Mulyatiningsih, E. 2013. *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Mumaiyizah. (2016). *Pengembangan bahan ajar fisika (listrik statis, sumber arus listrik, energi dan daya listrik) kelas IX SMP/MTs berbasis kearifan lokal*. Skripsi. Semarang: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
- Muslim, Dkk. 2014. *Konsep Dasar Fisika*. Bandung: UPI PRESS.
- Najid, Annisah Aynun. 2015. *Pengembangan Buku Suplemen Kimia Berbasis Kearifan Lokal Kota Tangerang*. Skripsi. Jakarta: Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Syarif Hidayatullah JAKARTA
- Prastowo, A. 2012. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Purwanto, Budi dan Muchammad, Azam. 2016. *Buku Siswa Fisika 1 untuk Kelas X SMA dan MA*. Solo: PT Wangsa Jatra Lestari.
- Resnick, Halliday, Walker. 2010. *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

- Ruhimat, T. 2011. *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Press.
- Sanjaya, Wina. 2011. *Perencanaan dan Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Saputra, A. 2016 *Pengembangan Modul IPA Berbasis Kearifan Lokal Daerah Pesisir Puger Pada pokok bahasan Sistem Transportasi di SMP*. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Setyosari, P. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*. Kedua. Jakarta: KENCANA Prenada Media Group.
- Simbolon , Merta. 2015. Analisis Materi Ajar Fisika yang Digunakan di SMA Berdasarkan Level Penggunaan Multi Representasi dan Pembekalan Keterampilan Pemecahan Masalah. *Simposium Nasional Fisika*. Hal 121-122.
- Sugiono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Utari, U., Degeng, I. N. S. and Akbar, S. 2016. 'DI SEKOLAH DASAR DALAM MENGHADAPI MASYARAKAT EKONOMI ASEAN ( MEA )', pp. 39-44.



**WALISONGO**

## **LAMPIRAN**

*Lampiran 1*

Instrumen Tanya Jawab/wawancara

Pedoman tanya jawab untuk guru

Nama Sekolah : MAN Kendal  
Nama Guru : Aida Rahmawati, S. Pd  
Hari/ tanggal : Kamis, 31 Maret 2016  
Tempat : Ruang guru

1. Apa kurikulum yang dipakai di sekolah?  
.....  
.....
2. Adakah buku pegangan pembelajaran untuk peserta didik?  
.....  
.....
3. Bagaimana sekolah mengadakan buku pegangan untuk peserta didik?  
.....  
.....
4. Adakah buku fisika berbasis kearifan lokal?  
.....  
.....
5. Bagaimana tanggapan narasumber terhadap bahan ajar berbasis kearifan lokal?  
.....  
.....

Pedoman tanya jawab untuk guru

Nama Sekolah : SMA N 1 Tanjung  
Nama Guru : Asep Sutisna, S. Pd  
Hari/ tanggal : Senin, 4 April 2016  
Tempat : Ruang guru

1. Apa kurikulum yang dipakai di sekolah?  
.....  
.....
2. Adakah buku pegangan pembelajaran untuk peserta didik?  
.....  
.....
3. Bagaimana sekolah mengadakan buku pegangan untuk peserta didik?  
.....  
.....
4. Adakah buku fisika berbasis kearifan lokal?  
.....  
.....
5. Bagaimana tanggapan narasumber terhadap bahan ajar berbasis kearifan lokal?  
.....  
.....

Pedoman tanya jawab untuk guru

Nama Sekolah : MA Uswatun Khasanah  
Nama Guru : Kamaludin 'alim, S. Pd  
Hari/ tanggal : Rabu, 3 Agustus 2016  
Tempat : Depan ruang guru

1. Apa kurikulum yang dipakai di sekolah?  
.....  
.....
2. Adakah buku pegangan pembelajaran untuk peserta didik?  
.....  
.....
3. Bagaimana sekolah mengadakan buku pegangan untuk peserta didik?  
.....  
.....
4. Adakah buku fisika berbasis kearifan lokal?  
.....  
.....
5. Bagaimana tanggapan narasumber terhadap bahan ajar berbasis kearifan lokal?  
.....  
.....

## Lampiran 2

### Hasil Tanya Jawab dengan Guru

#### Transkrip tanya jawab guru MAN Kendal

- P : Assamulalaikum...
- G : Waalaikumsalam...
- P : Saya Ahmad Fahmi Sidik, kebetulan saya sedang melaksanakan program pengalaman lapangan di sini, rencana saya sekaligus melakukan penelitian guna mengumpulkan data-data yang bisa dijadikan tugas akhir saya.
- G : Oh iya, silahkan mas
- P : Tanya Bu, di MAN Kendal menggunakan kurikulum berapa nggih?
- G : Tiap kelas berbeda mas, kelas X menggunakan K13 revisi, kelas XI K13, kelas XII KTSP.
- P : Berarti untuk buku pegangan guru juga berbeda-beda nggih bu?
- G : Betul, begitupun dengan siswa.
- P : Lalu, bagaimana sekolah mengadakan buku pegangan untuk peserta didik?
- G : Ada bantuan dari BOS untuk membeli buku paket, akan tetapi buku bersifat dipinjamkan, siswa tidak boleh membawa pulang ke rumah.
- P : Dari UIN Walisongo sendiri terdapat visi menyelenggarakan pengajaran berbasis kesatuan ilmu, di MAN Kendal sudah ada bahan ajar yang berbasis kearifan lokal belum nggih bu?
- G : Oh bagus itu, setau saya belum ada.
- P : Bagaimana tanggapan ibu terhadap bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal?
- G : Bagus, siswa dapat dengan cepat memahami konsep-konsep fisika, selain pendidikan juga untuk memperkenalkan budaya yang ada disekitar siswa yang jarang ditemui lagi.

- P : Insyaallah akan saya teruskan untuk pengembangan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal.
- G : Di sini siap-siap saja kalau dibuat penelitian
- P : Nggih bu, terimakasih.
- G : Masih ada pertanyaan lagi?
- P : Sudah cukup bu, terimakasih banyak atas infonya bu

## Transkrip tanya jawab guru SMA N 1 Tanjung

- P : Assalamualaikum...
- G : Waalaikumsalam...
- P : Saya Ahmad Fahmi Sidik, dari UIN Walisongo Semarang.
- G : Oh iya, bagaimana mas?
- P : Mau tanya Pak, di SMA N 1 Tanjung menggunakan kurikulum berapa ya?
- G : Kurikulum 2013
- P : Adakah buku pegangan untuk peserta didik?
- G : Ada, fisika kelas X erlangga.
- P : Lalu, bagaimana sekolah mengadakan buku pegangan untuk peserta didik?
- G : Dapat bantuan BOS untuk membeli buku paket sebagai pembelajaran di kelas.
- P : Dari UIN Walisongo sendiri terdapat visi menyelenggarakan pengajaran berbasis kesatuan ilmu, di Sekolah ini sudah ada bahan ajar yang berbasis kearifan lokal belum ya?
- G : belum ada.
- P : Bagaimana tanggapan bapak terhadap bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal?
- G : Pembelajaran fisika yang didasarkan pada keadaan setiap daerah sangatlah bagus, hal ini dikarenakan siswa mampu menggali, melestarikan, dan mengembangkan potensi daerahnya serta pembelajaran fisika akan jauh lebih menyenangkan.
- P : Insyaallah akan saya teruskan untuk pengembangan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal.
- G : Ide bagus mas
- P : Iya pak, terimakasih banyak atas infonya. Wassalamualaikum
- G : Walaikumsalam

## Transkrip tanya jawab guru MA Uswatun Khasanah

- P : Assamulalaikum...
- G : Waalaikumsalam...
- P : Saya Ahmad Fahmi Sidik, dari UIN Walisongo Semarang.
- G : Oh iya, bagaimana mas?
- P : Mencari info terkait yang ada di sekolah ini pak, MA Uswatun Khasanah menggunakan kurikulum berapa ya?
- G : KTSP dan K13
- P : Adakah buku pegangan untuk peserta didik?
- G : Ada, LKS.
- P : Lalu, bagaimana sekolah mengadakan buku pegangan untuk peserta didik?
- G : Siswa membeli dengan uang pribadi.
- P : Dari UIN Walisongo sendiri terdapat visi menyelenggarakan pengajaran berbasis kesatuan ilmu, di Sekolah ini sudah ada bahan ajar yang berbasis kearifan lokal belum ya?
- G : Belum ada mas.
- P : Bagaimana tanggapan bapak terhadap bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal?
- G : Bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal perlu dikembangkan, untuk memperbanyak sumber belajar siswa.
- P : Inshaallah akan saya teruskan untuk pengembangan bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal.
- G : Silahkan mas
- P : Iya pak, terimakasih banyak atas infonya. Wassalamualaikum
- G : Sama-sama, mohon maaf kalau kurang sesuai yang diharapkan. Walaikumsalam

Lampiran 3  
Surat Penunjukkan Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Alamat : Jl. Prof. Dr. Soekno (Kampus II) Ngaliyan Semarang

No. : Un.16.50.6PP.00.913.44 / 2016 Semarang, 25 Agustus 2016

Lamp. :-

Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth.:

1. Anif Fauhan, S.Si, M. Sc.
2. Muhammad Anshikhaili, M. Sc.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Berdasarkan hasil pembahasan untuk jobsi penelitian pada Jurusan Pendidikan Fisika  
Fakultas Sains dan Teknologi, maka ditunjuk jobsi skripsi mahasiswa:

Nama : Ahmad Fahmi Haki

NIM : 513611069

Jobsi : PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA KELAS X BERBASIS  
KEARIFAN LOKAL PADA MATERI (PENGUKURAN, GERAK BENDA,  
DAN HUKUM-HUKUM NEWTON).

Dari sampingan:

1. Anif Fauhan, S.Si, M. Sc, Sebagai pembimbing I
2. Muhammad Anshikhaili, M. Sc, Sebagai pembimbing II

Demi terwujudnya jobsi pembimbing yang prima dan sempurna, atas perhatian yang diberikan kami  
ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wa. Wb.



Dr. Dekan  
Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Rajandus Hadi Kusuma, M.Sc.  
NIP. 1977012001099121002

Tambahan:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Lampiran 4  
Surat Izin Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. H. Nurul Huda No. 1 Semarang Telp. 024 75412265 beresong 50185

Nomor : B-104/H/Un.10.8/01/TL/00/12/2017 Semarang, 13 Desember 2017  
Lamp : Proposal Skripsi  
Hal : Permohonan Izin Riset.

Kepada Yth,  
Kepala SMA negeri 1 Tanjung  
di Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dibutuhkan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Ahmad Fahmi Sidiq  
NIM : 133611009  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika  
Judul Skripsi : "Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA pada Materi Pengukuran, Gerak dan Hukum-Hukum Newton."  
Pembimbing : 1. Andi Fadan, S.Si., M.Si.  
: 2. Muhammad Ansh Khalif, M.Sc.

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut di ijinkan melaksanakan Riset selama 7 hari mulai tanggal 13-20 Desember 2017.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih,  
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a.n. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik  
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang  
  
Drs. H. Nurul Huda, Ph.D.  
NIM. 198103 2 007

Tembusan Yth.  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo ( sebagai laporan )



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Riset: S.Prof. Dr. Hana Kiri, Semarang Telp. 021 7413334 Semarang 50132

Nomor : BL4044/Uh.10.8/D1/TL.05/12/2017 Semarang, 13 Desember 2017  
Lamp : Proposal Skripsi  
Hal : Permohonan Ijin Riset.

Kepada Yth,  
Kepala MAN Kendal  
di Tempat

Assalamu/alaikum Wr. Wb.

Diberikahkukan dengan hormat dalam rangka pemulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Ahmad Fahmi Sidik  
NIM : 133611069  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika  
Judul Skripsi : "Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA pada Materi Pengukuran, Gerak dan Hukum-Hukum Newton."  
Pembimbing : 1. Andi Fadian, S.Si., M.Si.  
2. Muhammad Ansh Kholid, M.Sc.

Mahasiswa tersebut menubuhkan data-revisi dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut di ijin melaksanakan Riset selama 7 hari mulai tanggal 28-31 Desember 2017.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wasalamu/alaikum Wr. Wb.

s.n. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik  
Dan Manajemen



Dr. Hana Kiri, M.Pd.  
NIP. 19590313 198303 2 007

Tembusan Yth.  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo ( sebagai laporan )

Lampiran 5  
Surat Keterangan Penelitian



PEMERINTAH KABUPATEN BREBES  
DINAS PENDIDIKAN  
SMA NEGERI 1 TANJUNG  
Jl. Gunung Tanjung, Brebes, Jawa Tengah 517721  
Telp. (065) 4772214  
Email: sma1\_tanjung\_brebes@goes.id

SURAT KETERANGAN

Nomor: 420 / 571 / 2017

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala SMA Negeri 1 Tanjung, Kabupaten Brebes,  
Provinsi Jawa Tengah, Telah menandatangani bahwa:

Nama	: Ahmad Falaah Sukli
NIM	: 13351009
Program Studi	: Pendidikan Fisika
Paralel	: Sains dan Teknologi
Perguruan Tinggi	: UIN Walisongo Semarang
Judul Skripsi	: PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS KEARIFAN LOKAL UNTUK SISWA KELAS X SMA/MA PADA MATERI PENGUKURAN, GERAK BENDA DAN HUKUM-HUKU NEWTON

Mahasiswa yang bersangkutan telah mengadakan penelitian di SMA Negeri 1 Tanjung, pada  
tanggal 13-20 Desember 2017.

Dengan surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagai acuan.



Tanjung, 17 Desember 2017

Kepala Sekolah

Dr. Eko Priyanto, M. Pd  
NIP. 19620729 196603 1 006



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KABUPATEN KENDAL  
MADRASAH ALIYAH NEGERI

Jl. Soekarno-Hatta, Kotak Pos 18 Tegal. 0294-20125 / Fax 0294-392070  
e-mail: [0294000000@gmail.com](mailto:0294000000@gmail.com) Komplek Islamic Center Magelang Kendal

**SURAT KETERANGAN PENELITIAN**

Nomor: 1019/Wa.11.42/PP.00.28/10/2017

Yang berkepentingan di bawah ini: Kepala Madrasah Aliyah Negeri Kendal, Provinsi Jawa Tengah. Telah menerangkan bahwa:

Nama : Ahmad Fatmi Sidiq  
NIM : 133511055  
Prodi : Pendidikan Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Lokasi Penelitian : LBN Walicongo Semarang  
Alamat : Desa Japrapura 0402, Kecamatan Kemana, Kabupaten Brebes

yang bersangkutan telah mengadakan penelitian di Madrasah Aliyah Negeri Kendal Kabupaten Kendal pada tanggal 28-31 Desember 2017, sehubungan dengan penulisan skripsi dengan judul:

"Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton"

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagai bukti.

Kendal, 30 Desember 2017

Menyetujui,  
Kepala Madrasah

  
Dr. H. Syaefudin, M.Pd.  
NIP. 196510191992001000

*Lampiran 6*

Rubrik Validasi Ahli Materi/Guru Fisika

**RUBRIK VALIDASI  
 AHLI MATERI/GURU FISIKA  
 PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA KELAS X BERBASIS  
 KEARIFAN LOKAL PADA MATERI PENGUKURAN, GERAK BENDA,  
 DAN HUKUM-HUKUM NEWTON**

No	Aspek	Indikator	Jumlah
1	Kelayakan isi	1, 2, 3, 4, 5, 6	6
2	Komponen penyajian materi	7, 8, 9, 10, 11	5

No	Aspek	Indikator	Penjabaran Nilai	
1	Kelayakan isi	1. Kesesuaian uraian materi dengan KI dan KD	1	Kurang dari 25% materi yang terkandung dalam KI dan KD.
			2	Ada 25% -50% materi yang terkandung dalam KI dan KD
			3	Ada 50% -75% materi yang terkandung dalam KI dan KD
			4	Lebih dari 75% materi yang terkandung dalam KI dan KD
		1	2. Keakuratan kebenaran konsep dan definisi	Konsep yang dirumuskan tidak benar dan tidak jelas untuk mendukung tercapainya KI dan KD.

			2	Konsep yang dirumuskan tidak benar namun jelas untuk mendukung tercapainya KI dan KD.
			3	Konsep yang dirumuskan benar namun tidak jelas untuk mendukung tercapainya KI dan KD.
			4	Konsep yang dirumuskan dengan benar dan jelas untuk mendukung tercapainya KI dan KD.
		3. Keakuratan contoh dan kasus	1	Contoh yang disajikan tidak jelas dan tidak kontekstual sesuai dengan kenyataan dan pemahaman peserta didik.
			2	Contoh yang disajikan tidak jelas namun kontekstual sesuai dengan kenyataan dan pemahaman peserta didik.
			3	Contoh yang disajikan jelas namun tidak kontekstual sesuai dengan kenyataan dan pemahaman peserta didik.
			4	Contoh yang disajikan jelas dan kontekstual sesuai dengan kenyataan dan

				pemahaman peserta didik.
		4. Keakuratan gambar, diagram, dan Ilustrasi	1	Gambar, diagram, dan ilustrasi tidak dapat membantu penjelasan dan tidak menarik
			2	Gambar, diagram, dan ilustrasi tidak dapat membantu penjelasan namun menarik
			3	Gambar, diagram, dan ilustrasi dapat membantu penjelasan namun tidak menarik
			4	Gambar, diagram, dan ilustrasi dapat membantu penjelasan dan menarik
		5. Keterkaitan materi dengan kearifan lokal dalam perkembangan ilmu fisika	1	Kurang dari 25% keterkaitan antar konsep fisika yang dapat dimunculkan dalam uraian atau contoh kearifan lokal
			2	Ada 25%-50% keterkaitan antar konsep fisika yang dapat dimunculkan dalam uraian atau contoh kearifan lokal
			3	Ada 50%-75% keterkaitan antar konsep fisika yang dapat dimunculkan dalam uraian atau contoh kearifan lokal

			4	Lebih dari 75% keterkaitan antar konsep fisika yang dapat dimunculkan dalam uraian atau contoh kearifan lokal
		6. Mendorong keingintahuan peserta didik	1	Lebih dari 25% materi memuat tugas yang mendorong peserta didik untuk memperoleh informasi lebih lanjut
			2	Ada 25%-50% materi memuat tugas yang mendorong peserta didik untuk memperoleh informasi lebih lanjut
			3	Ada 50%-75% materi memuat tugas yang mendorong peserta didik untuk memperoleh informasi lebih lanjut
			4	Lebih dari 75% materi memuat tugas yang mendorong peserta didik untuk memperoleh informasi lebih lanjut
2	Komponen penyajian materi		7. Urutan dan sistematika sajian konsep	1
			2	Ada 25%-50% konsep yang disajikan dari yang

				<p> sederhana ke kompleks dan dari konkret ke abstrak.</p>
			3	<p> Ada 50%-75% konsep yang disajikan dari yang sederhana ke kompleks dan dari konkret ke abstrak.</p>
			4	<p> Lebih dari 75% konsep yang disajikan dari yang sederhana ke kompleks dan dari konkret ke abstrak.</p>
		8. Keterlibatan dan partisipasi peserta didik	1	<p> Kurang dari 25% penyajian materi bersifat interaktif dan partisipatif</p>
			2	<p> Ada 25%-50% penyajian materi bersifat interaktif dan partisipatif</p>
			3	<p> Ada 50%-75% penyajian materi bersifat interaktif dan partisipatif</p>
			4	<p> Lebih dari 75% penyajian materi bersifat interaktif dan partisipatif</p>
		9. Keterkaitan antar bab/sub-bab/paragraf	1	<p> Kurang dari 25% penyampaian pesan antar satu bab /antarsubbab /antara paragraf yang mencerminkan hubungan logis.</p>

			2	Ada 25%-50% penyampaian pesan antar satu bab /antarsubbab /antara paragraf yang mencerminkan hubungan logis.
			3	Ada 50%-75% penyampaian pesan antar satu bab /antarsubbab /antara paragraf yang mencerminkan hubungan logis.
			4	Lebih dari 75% penyampaian pesan antar satu bab /antarsubbab /antara paragraf mencerminkan hubungan logis.
		10. Kelengkapan informasi	1	Tidak terdapat konsep dan contoh aplikasi konsep terkait materi.
			2	Tidak terdapat konsep namun terdapat contoh aplikasi konsep terkait materi.
			3	Terdapat konsep namun tidak terdapat contoh aplikasi konsep terkait materi.
			4	Terdapat konsep dan contoh aplikasi konsep terkait materi.
		11. Komponen bahan ajar	1	Terdapat 1-2 komponen.
			2	Hanya terdapat 3-4

				komponen.
			3	Hanya terdapat 5-6 komponen.
			4	Terdapat materi, contoh soal, soal latihan, soal evaluasi, kunci jawaban, rangkuman, daftar pustaka.

Lampiran 7  
 Rubrik Validasi Ahli Media

**RUBRIK VALIDASI  
 AHLI MEDIA  
 PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA KELAS X BERBASIS  
 KEARIFAN LOKAL PADA MATERI PENGUKURAN, GERAK BENDA,  
 DAN HUKUM-HUKUM NEWTON**

No	Aspek	Indikator	Jumlah
1	Komponen kebahasaan	1, 2, 3, 4	4
2	Komponen kegrafikan	5, 6, 7, 8	4

No	Aspek	Indikator	Penjabaran Nilai	
1	Komponen Kebahasaan	1. Keterbacaan pesan	1	Pesan disajikan dengan bahasa tidak jelas dan tidak menarik.
			2	Pesan disajikan dengan bahasa tidak jelas namun menarik.
			3	Pesan disajikan dengan bahasa jelas namun tidak menarik.
			4	Pesan disajikan dengan bahasa jelas dan menarik.
		2. Kemampuan	1	Kurang dari 25%

		memotivasi pesan atau informasi		bahasa yang digunakan membangkitkan rasa senang dan mendorong mereka untuk mempelajari bahan ajar secara tuntas.
			2	Ada 25%-50% bahasa yang digunakan membangkitkan rasa senang dan mendorong mereka untuk mempelajari bahan ajar secara tuntas.
			3	Ada 50%-75% bahasa yang digunakan membangkitkan rasa senang dan mendorong mereka untuk mempelajari bahan ajar secara tuntas.
			4	Lebih dari 75% bahasa yang digunakan membangkitkan rasa senang dan mendorong mereka untuk mempelajari bahan ajar secara tuntas.

			tuntas.
		3. Kesesuaian dengan penulisan bahasa Indonesia yang baik dan benar	1 kurang dari 25% kata dan kalimat yang digunakan mengacu pada ejaan yang di sempurnakan (EYD).
	2 Ada 25%-50% kata dan kalimat yang digunakan mengacu pada ejaan yang di sempurnakan (EYD).		
	3 Ada 50%-75% kata dan kalimat yang digunakan mengacu pada ejaan yang di sempurnakan (EYD).		
	4 Lebih dari 75% kata dan kalimat yang digunakan mengacu pada ejaan yang di sempurnakan (EYD).		
	4. Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	1 Bahasa yang digunakan tidak sesuai dengan intelektual dan sosial emosional.	
		2 Bahasa yang digunakan tidak sesuai dengan intelektual namun sesuai dengan sosial emosional.	
		3 Bahasa yang	

				digunakan sesuai dengan intelektual namun tidak sesuai dengan sosial emosional.
			4	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat intelektual dan sosial emosional.
2	Komponen Kegrafikan	5. Penggunaan font, jenis dan ukuran huruf	1	Penggunaan tidak konsisten dan tidak proporsional.
			2	Penggunaan tidak konsisten namun proporsional.
			3	Penggunaan konsisten namun tidak proporsional.
			4	Penggunaan konsisten dan proporsional.
		6. Layout atau tata letak	1	Layout materi tidak menarik dan tidak proporsional.
			2	Layout materi tidak menarik namun proporsional.
			3	Layout materi menarik namun tidak proporsional.
			4	Layout materi menarik dan proporsional.

	7. Kesesuaian ilustrasi/gambar dengan materi	1	Ilustrasi/gambar tidak sesuai dan tidak menjelaskan materi.
		2	Ilustrasi/gambar tidak sesuai namun menjelaskan materi.
		3	Ilustrasi/gambar sebagian sesuai namun tidak menjelaskan materi.
		4	Ilustrasi/gambar keseluruhan sesuai dan menjelaskan materi.
	8. Kualitas fisik bahan ajar	1	Bahan ajar mudah sobek dan tidak terjilid dengan kuat.
		2	Bahan ajar mudah sobek namun terjilid dengan kuat.
		3	Bahan bahan ajar tidak mudah sobek namun tidak terjilid dengan kuat.
		4	Bahan bahan ajar tidak mudah sobek dan terjilid dengan kuat.

## Lampiran 8

### Validasi Ahli Materi/Guru

#### LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI/GURU

Judul Skripsi : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-Hukum Newton.

Mata Pelajaran : Fisika

Penulis : Ahmad Fahmi Sidik

Materi Pokok : Pengukuran, Gerak Benda, Hukum-hukum Newton

Nama Validator : Joko Budi Poernomo, M. Pd

Hari / tanggal : Sabtu, 6 Januari 2018

#### Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian

Lembar penilaian ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Berbasis Kearifan Lokal pada Materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-Hukum Newton. Aspek penilaian materi bahan ajar ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi dan penyajian bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) serta aspek kontekstual. Pendapat, penilaian, saran, dan koreksi dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini. Untuk itu kami mohon Bapak/Ibu dapat memberikan tanda “√” pada kolom skor penilaian.

Keterangan :

Kriteria	Skor
Sangat Baik ( <b>SB</b> )	4
Baik ( <b>B</b> )	3
Kurang ( <b>K</b> )	2
Sangat Kurang ( <b>SK</b> )	1



Keterangan secara umum:

Luas untuk digunakan & atau pada halaman  
dan hasil tes & penulisan

Seorang 6 Januari 2018

Yuli Muliati  
Forma

Jaya Jaya P.  
1976 02/14 2008 01/01/11

**SURAT PERNYATAAN**

Karya yang berjudul terdapat di bawah ini:

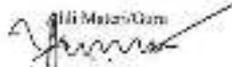
Nama : Jaka Haki Permana  
NIP : 1975021420020001  
Instansi : UIN Waluya Semarang  
Alamat Instansi : Jl. Prof. H. Sanjaya, ST  
Bidang Keahlian : Manajemen & Fasilitas Sarana Prasarana

Menyatakan bahwa saya telah menulis membuat dan menerbitkan pada tahun 2017 yang berjudul "Pengenalan Buku Ajar Fisika Kelas X Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Fungsikan, Garis Berekur, dan Hukum Hukam Newton" yang disusun oleh saya:

Nama : Arnel Fatah Sidiq  
NIM : 135611069  
Jenis : Pendidikan Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Instansi : UIN Waluya Semarang

Harapan saya, semoga dan sama yang telah diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan buku ajar tersebut sebagai bahan ajar mahasiswa yang berprestasi. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, 09 Mei 2017

Gili Matahari Gum  
  
Dik. H.S.P.  
NIP. 1976021420020001

## LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI/GURU

Judul Skripsi : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-Hukum Newton.

Mata Pelajaran : Fisika

Penulis : Ahmad Fahmi Sidik

Materi Pokok : Pengukuran, Gerak Benda, Hukum-hukum Newton

Nama Validator : Biaunik Niski Kumila, S. Si, M. S

Hari / tanggal : Rabu, 10 Januari 2018

### Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian

Lembar penilaian ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Berbasis Kearifan Lokal pada Materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-Hukum Newton. Aspek penilaian materi bahan ajar ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi dan penyajian bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) serta aspek kontekstual. Pendapat, penilaian, saran, dan koreksi dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini. Untuk itu kami mohon Bapak/Ibu dapat memberikan tanda “√” pada kolom skor penilaian.

Keterangan :

Kriteria	Skor
Sangat Baik ( <b>SB</b> )	4
Baik ( <b>B</b> )	3
Kurang ( <b>K</b> )	2
Sangat Kurang ( <b>SK</b> )	1

NO	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Alternatif Pilihan Skor			
			SB	B	K	SK
1	Keberhasilan	1. Kemampuan menulis materi dengan KI dan KD.		✓		
		2. Kemampuan menyajikan konsep dan definisi.		✓		
		3. Kemampuan memilih dan kelas.		✓		
		4. Kemampuan gambar, diagram, dan ilustrasi.		✓		
		5. Kemampuan menulis dengan kearifan lokal dalam perkembangan ilmu. Janda		✓		
		6. Mendorong pengetahuan siswa.	✓			
2	Kompetensi penyajian materi	7. Urutan dan alternatif ajakan belajar.		✓		
		8. Keterlibatan dan partisipasi peserta didik.	✓			
		9. Keterlibatan serta bebahasa/lokal/pangraf.		✓		
		10. Kelengkapan informasi.	✓			
		11. Kompetensi bahan ajar.	✓			

LUMBAR MASUKAN dan SARAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA  
 MELAN K BERBASIS KEARIFAN LOKAL PADA MATERI PENGUKURAN,  
 GERAK BENDA, dan GUKUM HUKUM NEWTON

Bagian yang salah	Alasan kesalahan	Saran untuk perbaikan
hal 5. (saran 2nd)	Penyusunan plus bukan hanya yang ke-1 dan ke-2 saja	Salah konsep dan model
hal 59	Cara EMB salah. Ken. logatung. malar. Jaga. gambar. juga	Salah gambar. Ken. logatung. malar. ke. kaku.
hal. 67.	Urutan gambar. malar. tidak. lengkap. gambar. pada. gambar. objek. yg. pusat. gravitasi.	

Kontribusi sebagai manusia  
\* Tugasku pada diri sendiri yang bertanggung jawab. Wajar D & O !

Semarang, 20 Januari 2018

Ni. Muli. Rizki

(Edukasi & K...)  
NIP. ....

### BUKIT PERNYATAAN

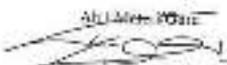
Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Bismillah PUSRI YALMUDA  
NIP : -  
Instansi : LIN WALSCHER  
Alamat Instansi : Jl. Wadling Pa. 2-6, Ngabedyan, Semarang  
Balai Kajian : PSKOR WALSCHER

Menyatakan bahwa saya telah membaca dan menelaah pada bahan ajar yang berjudul "Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Persegipanjang, Garis Bendak, dan Busur-Membukit Melengkung" yang disusun oleh Bapak,

Nama : Ahmad Fahmi Sidik  
NIM : 130611003  
Jabatan : Peneliti Muda  
Fakultas : Scis dan Teknik  
Instansi : UN Widyadarmas Semarang

Harapan saya, materi dan soal yang telah diberikan dapat digunakan untuk mempersiapkan bahan ajar tersebut sebagai salah satu materi yang berpengaruh. Demikian surat pernyataan kebenaran ini dibuat.

Semarang, 16 Januari 2018  
Ahmad Fahmi Sidik  
  
Balai Kajian PSKOR WALSCHER  
NIP. ....

## LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI/GURU

Judul Skripsi : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-Hukum Newton.

Mata Pelajaran : Fisika

Penulis : Ahmad Fahmi Sidik

Materi Pokok : Pengukuran, Gerak Benda, Hukum-hukum Newton

Nama Validator : Asep Sutisno, S. Pd

Hari / tanggal : Selasa, 19 Desember 2017

### Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian

Lembar penilaian ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Berbasis Kearifan Lokal pada Materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-Hukum Newton. Aspek penilaian materi bahan ajar ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi dan penyajian bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) serta aspek kontekstual. Pendapat, penilaian, saran, dan koreksi dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini. Untuk itu kami mohon Bapak/Ibu dapat memberikan tanda “√” pada kolom skor penilaian.

Keterangan :

Kriteria	Skor
Sangat Baik ( <b>SB</b> )	4
Baik ( <b>B</b> )	3
Kurang ( <b>K</b> )	2
Sangat Kurang ( <b>SK</b> )	1

NO	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Alternatif Pilihan Skor			
			SB	B	K	SK
1	Kejelasan Isi	1. Kesesuaian uraian materi dengan KT dan KD.		✓		
		2. Kelengkapan keberman konsep dan definisi.		✓		
		3. Kelengkapan contoh dan kasus.		✓		
		4. Kejelasan gambar, diagram, dan ilustrasi.	✓			
		5. Keterkaitan materi dengan kearifan lokal dalam perkembangan ilmu fisika.	✓			
		6. Mendukung keingintahuan siswa.		✓		
2	Komponen penyajian materi	7. Urutan dan sistematisasi uraian konsep.	✓			
		8. Keterlibatan dan partisipasi peserta didik.		✓		
		9. Keterkaitan antar bab/sub-bab/paragraf.		✓		
		10. Kelengkapan informasi.		✓		
		11. Komponen bahan ajar.		✓		

LENGKAP MASUKAN dan SARAN PENGEMBANGAN BAGIAN AJAR FISIKA KELAS X BERBASIS KEARIFAN LOKAL PADA MATERI PENGUKURAN, GERAK BENDA, dan HUKUM-HUKUM NEWTON

Bagian yang salah	Jenis kesalahan	Saran untuk perbaikan

KETERANGAN (KETERANGAN):

Kelompok 5 dan 6 sebagai pemegang tugas dan  
Ade Firdaus sebagai wakil ketua kelompok dan Ade  
Mansori sebagai wakil wakil ketua kelompok.

Surabaya, 09-12-2017

Ade Mansori

  
Ade Mansori, S.Pd  
NIP. ....

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bernama tertera di bawah ini,

Nama : ASEP SUTISNO  
NIP :  
Instansi : SMA N 1 Tanjung  
Alamat Instansi : Jl. Basmah no. 1 Tanjung, Gresik  
Bidang Keahlian : Pendidikan Fisika

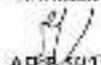
Menyatakan bahwa saya telah memberi penilaian dan saran pada bahan ajar yang berjudul "Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Berbasis Keefektifan Level Praktis Model Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-Hukum Newton" yang disusun mahasiswa,

Nama : Ahmad Fauzi Sidiq  
NIM : 135611069  
Jurusan : Pendidikan Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Instansi : UIN Waluyo Semarang

Harapan saya, masukan dan saran yang telah diberikan dapat digunakan untuk penyempurnaan bahan ajar tersebut sebagai upaya akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan kebenaran ini dibuat.

Gresik, 19.02.2017

Ahmad Fauzi Sidiq

  
(ASEP SUTISNO, S.Pd)  
NIP.....

## LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI/GURU

Judul Skripsi : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-Hukum Newton.

Mata Pelajaran : Fisika

Penulis : Ahmad Fahmi Sidik

Materi Pokok : Pengukuran, Gerak Benda, Hukum-hukum Newton

Nama Validator : Aida Rahmawati, S. Pd

Hari / tanggal : Kamis, 28 Desember 2017

### Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian

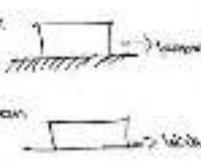
Lembar penilaian ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Berbasis Kearifan Lokal pada Materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-Hukum Newton. Aspek penilaian materi bahan ajar ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi dan penyajian bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) serta aspek kontekstual. Pendapat, penilaian, saran, dan koreksi dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini. Untuk itu kami mohon Bapak/Ibu dapat memberikan tanda “√” pada kolom skor penilaian.

Keterangan :

Kriteria	Skor
Sangat Baik ( <b>SB</b> )	4
Baik ( <b>B</b> )	3
Kurang ( <b>K</b> )	2
Sangat Kurang ( <b>SK</b> )	1

NO	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Alternatif Pilihan Skor			
			SB	B	K	SK
1	Kelengkapan Isi	1. Kesesuaian materi materi dengan KI dan KD.		✓		
		2. Kesesuaian kelengkapan konsep dan definisi.		✓		
		3. Kesesuaian contoh dan kasus.		✓		
		4. Kesesuaian gambar, diagram, dan ilustrasi.	✓			
		5. Keterkaitan materi dengan konsep lokal dalam perkembangan ilmu fisika		✓		
		6. Mendukung keingintahuan siswa.		✓		
2	Komponen penyajian materi	7. Urutan dan sistematikaajian konsep.		✓		
		8. Keterlibatan dan partisipasi peserta didik.		✓		
		9. Keterkaitan antar bab/sub-bab/pengantar.		✓		
		10. Kelengkapan informasi	✓			
		11. Komposisi bahan ajar.	✓			

LEMBAR MASUKAN dan SARAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA  
 KELAS X BERBASIS KEARIFAN LOKAL PADA MATERI PENERUKUKAN,  
 GERAK BENDA, dan HUKUM-HUKUM NEWTON

Halaman yang salah	Jenis kesalahan	Saran untuk perbaikan
Hal 3	Agarografi berhuruf-kecil	Gunakan font yang lebih di-besarkan oleh siswa
Hal 92	Contoh soal berhuruf serani-t minimal 2-3 contoh soal.	Lengkapi dengan soal-soal dari soal lat/lat
Hal 93 Sumber gambar	Gambar Diagram Rubeis di Rangkaian balok Kasir dan Vain Kasir mengambarkan bagian itu Kasir/ Vain	

Komentar sebagai berikut:  
Dua orang mahasiswa yang sudah selesai dan dapat  
dipastikan dengan baik dan benar. Dengan  
juga sudah selesai dengan baik dan benar. Dengan  
adanya komentar dan saran yang baik dan benar.

Dari hasil pengujian materi yang sudah dipelajari, semoga  
juga dapat membantu dalam pembelajaran. Untuk kelengkapan  
agar bisa lebih lanjut dipelajari!

Sremsang, 28 Desember 2017

Ahli Akademi

(Aida Rahmawati, S.Pd.)

NIP. 19750625023001001

### SURAT PERNYATAAN

Sign yang beranda terdapat di bawah ini,

Nama : Aida Retnowati, S.Pd  
NIP : 1979-10-05-2009-2001-2001  
Instansi : UIN Walisongo Semarang  
Alamat Instansi : Gedung 15 Lantai Dasar Komplek Gedung  
Diklat Kajian : Pendidikan S-2/PA

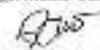
Menyatakan bahwa saya telah memberi masukan dan saran pada bahan ajar yang berjudul "Pengembangan Bahan Ajar Pokok Kelas X Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Pergerakan, Gerak Benda, dan Hukum-Hukum Newton" yang disusun oleh:

Nama : Alvin Fikri Sidiq  
NIM : 135611080  
Jurusan : Pendidikan Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Instansi : UIN Walisongo Semarang

Harapan saya, masukan dan saran yang telah diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan bahan ajar tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan keterangan ini dibuat.

Semarang, 22 Okt... 2017

Ahli Materi/Guru

  
(Aida Retnowati, S.Pd)  
NIP. 1979-10-05-2009-2001-2001

*Lampiran 9*  
Validasi Ahli Media

**LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA**

Judul Skripsi : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-Hukum Newton.

Mata Pelajaran : Fisika

Penulis : Ahmad Fahmi Sidik

Materi Pokok : Pengukuran, Gerak Benda, Hukum-hukum Newton

Nama Validator : Wenty Dwi Yuniarty. S. Pd, M. Kom

Hari / tanggal : Kamis, 11 Januari 2018

Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian

Lembar penilaian ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Berbasis Kearifan Lokal pada Materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-Hukum Newton. Aspek penilaian materi bahan ajar ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi dan penyajian bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) serta aspek kontekstual. Pendapat, penilaian, saran, dan koreksi dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini. Untuk itu kami mohon Bapak/Ibu dapat memberikan tanda “√” pada kolom skor penilaian.

Keterangan :

Kriteria	Skor
Sangat Baik ( <b>SB</b> )	4
Baik ( <b>B</b> )	3
Kurang ( <b>K</b> )	2
Sangat Kurang ( <b>SK</b> )	1



NO	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Alternatif Pilihan Skor			
			SB	B	K	SK
1	Kompetensi Kebahasaan	1. Keterbacaan pesan.		✓		
		2. Kemampuan merekonstruksi pesan dari informasi.			✓	
		3. Kesesuaian dengan parafase intonasia intonasia yang baik dan benar.		✓		
		4. Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik.		✓		
2	Kompetensi Kognitif	5. Penggunaan font, jenis dan ukuran huruf.		✓		
		6. Layout atau tata letak.			✓	
		7. Kesesuaian ilustrasi/gambar dengan materi.			✓	✓
		8. Kualitas disk bahan ajar		✓		

LEMBAR MASUKAN dan SARAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA  
 KELAS X BERBASIS KEARIFAN LOGIS PADA MATERI PENGUKURAN  
 CIKRAK UMMA, dan FISIKA-IBUKUM NEWTON

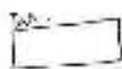
Bagian yang sudah	Jenis keabahan	Saran untuk perbaikan
Kompetensi Kebahasaan	<p>✓ Sari ditulis yang tepat untuk setiap pengungkapan masalah (hal 4, 5)</p> <p>✓ penerjemahan/melihat atau menguraikan ke dalam</p> <p>✓ kemampuan dan agar dan masalah-masalah PETA yang amat penting dan baik. Hal lain.</p> <p>→ pengungkapan: a. dan di bagian GAV dan dengan materi awal tetapi diungkapkan dengan "umum" menggunakan</p> <p>→ agar hal yang ungu ungu dan bahasa sederhana, singkat (sederhana) tp melingkupnya sampai</p>	

## Konsep Kegrafika

- ✓ Sistematis mendefinisikan dan memahami kegrafika (A, B, C, D, E) → setiap
- ✓ Istilah mendefinisikan, contohnya ke alignment



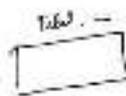
- ✓ Pengantar Tabel, Title tabel, lihat secara



↓  
sisi atas



↓  
sisi bawah



↓  
sisi kanan  
sisi kiri

## Cara kerja yg benar

- ✓ Gambar. Uraian yg dipelajari. Untuk pendalaman yg lebih lanjut yg diperlukan. → yg dipelajari

menjadi gbr → gambar

- ✓ Sifat gbr, lebih dari satu atau tp lebih baik ada Appendix / gambar

Dapat gambar dalam

- ✓ Riset gbr yg tepat, yg benar 2 mendeskripsikan masalah, but, masalah

Kimono azan rener:

Dipadahi nama catukan bay:

Sekeloa, 11/1/2018

Ath Huda

(... ..)  
No. 03021200004205

SUATU PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,  
Nama : *M. Wally Hui Jovanita*  
NIP : *197506212006042005*  
Instansi : *UN Widyadarmas*  
Alamat Instansi : *h. Widyadarmas 3-5*  
String Keahlian : *Technology - Educaty, South Java, Book Maning*

Menyatakan bahwa saya telah membuat masalah dan uraian pada bahan ajar yang berjudul "Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Bahasa Kimia Kejuruan Teknik Pada Materi Pergerakan, Gerak Benda, dan Mekanika Hukun Newton" yang disusun menggunakan:

Nama : *Ahmad Fehri Sidiq*  
NIM : *137611905*  
Jurusan : *Penelitian Fisika*  
Fakultas : *Sains dan Teknologi*  
Instansi : *UN Widhyadarmas Semarang*

Harapan saya, masalah dan uraian yang telah diberikan dapat digunakan untuk mengembangkan bahan ajar tersebut sebagai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan ini dibuat.

Semarang, *11/1/2018*

Ahli Media

*M. Wally Hui Jovanita*  
NIP. *197506212006042005*

### LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA

Judul Skripsi : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-Hukum Newton.

Mata Pelajaran : Fisika

Penulis : Ahmad Fahmi Sidik

Materi Pokok : Pengukuran, Gerak Benda, Hukum-hukum Newton

Nama Validator : Muhammad Izzatul Faqih, M. Pd

Hari / tanggal : Jum'at, 29 Desember 2017

#### Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian

Lembar penilaian ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Berbasis Kearifan Lokal pada Materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-Hukum Newton. Aspek penilaian materi bahan ajar ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi dan penyajian bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) serta aspek kontekstual. Pendapat, penilaian, saran, dan koreksi dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini. Untuk itu kami mohon Bapak/Ibu dapat memberikan tanda “√” pada kolom skor penilaian.

Keterangan :

Kriteria	Skor
Sangat Baik ( <b>SB</b> )	4
Baik ( <b>B</b> )	3
Kurang ( <b>K</b> )	2
Sangat Kurang ( <b>SK</b> )	1

NO	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Alternatif Pilihan Skor			
			SB	B	K	SK
1	Kemampuan Ketelitian	1. Ketelitian pada...		✓		
		2. Kemampuan memotivasi teman atau informan.	✓			
		3. Kesesuaian dengan penulisan bahasa Indonesia yang baik dan benar.		✓		
		4. Kesesuaian dengan perkembangan pesertanya.		✓		
2	Kemampuan Kognitif	5. Penggunaan font, garis dan ukuran huruf.		✓		
		6. Layout atau tata letak.		✓		
		7. Kesesuaian format gambar dengan materi.		✓		
		8. Kualitas font bold dan italic.	✓			

LEMBAR MASUKAN dan SARAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA  
 KELAS X BERBASIS KEARIFAN LOKAL PADA MATERI PENGUKURAN,  
 GERAK BENDA, dan HUKUM-HUKUM NEWTON

Bahan yang sudah	Jenis kearifatan	Sumbu untuk perbaikan
<p>Daftar</p> <p>Ada "benda" yang memiliki</p> <p>stempel ada "nama" di setiap</p> <p>halam</p> <p>Ada (gambar gambar/benda</p> <p>terlalu banyak) sehingga</p> <p>mengganggu kenyamanan</p>		<p>gunakanlah gambar "benda"</p> <p>yang jelas, baik, sesuai</p> <p>kearifatan lokal yang</p> <p>terdapat di dalam media</p>



### SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,  
Nama : **Muhammad Iqbal Fauzi, S.Pd**  
NIP :  
Instansi : **UIN Walisongo Semarang**  
Alamat Instansi : **Jl. Prof. Dr. H. Nurjati No. 1, Kampus II Ngaliyan**  
Bidang Keahlian : **Pendidikan Fisika**

Mengatakan bahwa saya telah membuat monograf dan artikel pada tahun 2017 yang berjudul "Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X Berbasis Kearifan Lokal (Pariwisata Pengkajene, Gajah Bekak, dan Hutan Ilirium Nantun)" yang diterbitkan oleh:

Nama : **Ahmad Fanni Sidik**  
NIM : **122611009**  
Jabatan : **Pendekatan Fisika**  
Fakultas : **Ilmu dan Teknologi**  
Instansi : **UIN Walisongo Semarang**

Harap agar, monograf dan artikel yang telah diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan karya yang sudah selesai tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan. Demikian surat pernyataan, kalaupun ini dibuat.

Semarang, 28 Desember 2017

Ahli Media

  
( **Muhammad Iqbal Fauzi** )  
NIP.....

Lampiran 10

Data Validasi Ahli Materi/Guru

Aspek	Indikator	Nilai Validator				Skor	$\Sigma$ per aspek	Rata-rata	Presentase kelayakan
		I	II	III	IV				
Kelayakan isi	1	4	3	3	3	13	84	3,5	87,5%
	2	4	3	3	3	13			
	3	3	3	3	3	12			
	4	4	3	4	4	15			
	5	4	3	4	3	14			
	6	4	4	3	3	14			
Komponen penyajian materi	7	3	3	4	3	13	69	3,45	87%
	8	4	4	3	3	14			
	9	3	3	3	3	12			
	10	4	4	3	4	15			
	11	4	4	3	4	15			
Jumlah Skor		44	37	36	36	153	153	3,5	87,5%
Jumlah rerata skor									

Aspek kelayakan isi

Interval	Kategori
76-100%	Sangat Baik
60-75%	Baik
25-50%	Kurang
0-25%	Sangat Kurang

Aspek Komponen penyajian materi

Interval	Kategori
76-100%	Sangat Baik
60-75%	Baik
25-50%	Kurang
0-25%	Sangat Kurang

rerata skor

Interval	Kategori
76-100%	Sangat Baik
60-75%	Baik
25-50%	Kurang
0-25%	Sangat Kurang

*Lampiran 11*  
Data Validasi Ahli Media

Aspek	Indikator	Nilai Validator		Skor	$\Sigma$ per aspek	Rata-rata	Presentase kelayakan
		I	II				
Komponen kebahasan	1	3	3	6	24	3	75%
	2	2	4	6			
	3	3	3	6			
	4	3	3	6			
Komponen kegrafikan	5	3	3	6	23	2,88	72%
	6	2	3	5			
	7	2	3	5			
	8	3	4	7			
Jumlah Skor		21	26		47	2,94	73,0%
Jumlah rerata skor							

Aspek Komponen kebahasan

Interval	Kategori
76-100%	Sangat Baik
60-75%	Baik
25-50%	Kurang
0-25%	Sangat Kurang

Aspek Komponen kegrafikan

Interval	Kategori
76-100%	Sangat Baik
60-75%	Baik
25-50%	Kurang
0-25%	Sangat Kurang

rerata skor

Interval	Kategori
76-100%	Sangat Baik
60-75%	Baik
25-50%	Kurang
0-25%	Sangat Kurang

*Lampiran 12*

Daftar Nama Responden

No	Nama	Kelas	Sekolah
1.	Lulu Faoziatun Nisa	X MIPA 1	SMA N 1 TANJUNG
2.	Rifatul Millah	X MIPA 2	
3.	Yuli Solihatunnisa	X MIPA 2	
4.	Kartika Sari	X MIPA 3	
5.	Rahma Wicharlanty A	X MIPA 3	
6.	Fitri Kholilah	X MIPA 7	
7.	Ice Rohanah	X MIPA 7	
8.	Puji Kharisma Arifin	X MIPA 7	
9.	Roudlatul Janah	X MIPA 7	
10.	Ruslani	X MIPA 7	

Lampiran 13

Rubrik Angket Respon Peserta Didik

ANGKET RESPON SISWA PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA  
BERBASIS KEARIFAN LOKAL UNTUK SISWA KELAS X SMA/MA  
PADA MATERI PENGUKURAN, GERAK BENDA DAN HUKUM-  
HUKUM NEWTON

Indikator	Pernyataan
Ketertarikan	1. Tampilan bahan ajar menarik
	2. bahan ajar membuat saya lebih bersemangat dalam belajar fisika
	3. bahan ajar membuat belajar tidak membosankan
	4. bahan ajar mendukung saya untuk menguasai pelajaran fisika , khususnya pada materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton
	5. adanya kata motivasi dalam bahan ajar berpengaruh terhadap sikap dan belajar saya
	6. adanya contoh dalam kehidupan sehari-hari mempermudah saya untuk mempelajari materi
Materi	7. penyampaian materi dalam bahan ajar berkaitan dengan kehidupan sehari-hari
	8. Materi yang disajikan dalam bahan ajar mudah dipahami
	9. Dalam bahan ajar fisika berbasis kearifan lokal ini terdapat bagian untuk saya menemukan konsep sendiri
	10. Penyajian materi dalam bahan ajar mendorong saya untuk berdiskusi

	dengan teman yang lain
	11. Bahan ajar memuat tes evaluasi yang dapat menguji pemahaman saya tentang materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum Newton
Bahasa	12. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam bahan ajar jelas dan mudah dipahami
	13. Bahasa yang digunakan dalam bahan ajar sederhana dan mudah dipahami
	14. Lambang atau <i>symbol</i> mudah dipahami
	15. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca

Lampiran 14  
 Angket Respon Peserta Didik

ANGKET RESPON SISWA PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS KEARIFAN LOKAL UNTUK SISWA KELAS X SMA/MA PADA MATERI PENGUKURAN, GERAK BENDA DAN HUKUM-HUKUM NEWTON

Judul Penelitian : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton  
 Nama Pelajar : Fala  
 Nama Siswa : Lulu Fausanul Khas  
 Kelas : X MIPA 1  
 Asal Sekolah : SMA N 8 Tanjung

Petunjuk Pengisian

- Melisi dengan membaca dan menjawab.
- Sebelum mengisi respon angket ini, pastikan Anda telah membaca dan memahami Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton
- Melisi instruksi ini Anda di mohon memberikan penilaian tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton yang akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini dengan memberikan check list (✓) pada kolom (1-4) dengan ketentuan sebagai berikut:  
 Skor 4 : Sangat Baik  
 Skor 3 : Baik  
 Skor 2 : Tidak Baik  
 Skor 1 : Sangat Tidak Baik
- Sebelum mengisi lebih lanjut Anda secara lengkap telah di jelaskan.

Indikator	Pernyataan	Nilai			
		1	2	3	4
Keterampilan	1. Terampil dalam ajar menulis				✓
	2. bahan ajar membuat saya lebih bersemangat dalam belajar fisika			✓	
	3. bahan ajar membuat saya tidak membosankan				✓
	4. bahan ajar membuat saya anak yang aktif pada materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum			✓	

	Newton				
	5. Adanya kata motivasi dalam bahan ajar berpengaruh terhadap sikap dan perilaku siswa				✓
	6. Adanya contoh dalam kehidupan sehari-hari mempermudah siswa untuk mempelajari materi				✓
Materi	7. penyampaian materi dalam bahan ajar berkaitan dengan kehidupan sehari-hari				✓
	8. Materi yang diajarkan dalam bahan ajar sudah dikuasai			✓	
	9. Dalam bahan ajar tidak terdapat kesalahan atau kekeliruan konsep atau konsep yang salah				✓
	10. Penyajian materi dalam bahan ajar mendorong siswa untuk berdiskusi dengan teman yang lain				✓
	11. Bahan ajar memiliki keakuratan yang dapat menguji pemahaman siswa tentang materi praktikum, gerak benda, dan macam-macam Newton				✓
Bahasa	12. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam bahan ajar jelas dan mudah dimahaminya				✓
	13. Bahasa yang digunakan dalam bahan ajar sederhana dan mudah dipahami			✓	
	14. Lambang atau simbol sudah dikuasai			✓	
	15. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca				✓

.....2017

Responda

.....

**ANGKET RESPON SISWA PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS  
KEarifan LOKAL UNTUK SISWA KELAS X SMA/MA PADA MATERI  
PENGUKURAN, GERAK BENDA DAN HUKUM-HUKUM NEWTON**

Judul Penelitian : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton

Masa Penelitian : 10 Hari

Nama Siswa : Rizka Nurul

Kelas : X IPA 2

Asal Sekolah : SMA Negeri 1 Tanjung

**Pernyataan Penelitian**

- Melalui dengan membaca literatur.
- Sebelum mengisi respon angket ini, pastikan Anda telah membaca dan menggunakan Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton
- Melalui instrumen ini Anda di mohon memberikan penilaian tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton yang akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini dengan memberikan nilai (1-4) pada kolom (1-4) dengan ketentuan sebagai berikut:  
Skor 4 : Sangat Bagus  
Skor 3 : Bagus  
Skor 2 : Tidak Bagus  
Skor 1 : Sangat Tidak Bagus
- Setelah selesai telah diisi, Anda akan mengisi kembali di lain waktu.

Indikator	Pernyataan	Nilai			
		1	2	3	4
Keterbacaan	1. Tampilan bahan ajar menarik			✓	
	2. Bahan ajar membuat saya lebih bersemangat dalam belajar fisika			✓	
	3. Bahan ajar membuat belajar tidak membosankan			✓	
	4. Bahan ajar memudahkan saya untuk menguasai pelajaran fisika, khususnya pada materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum			✓	

	Nilai			
	5. adanya kata motivasi dalam bahan ajar berpengaruh terhadap sikap dan perilaku siswa			✓
	5. adanya contoh dalam kehidupan sehari-hari mempermudah siswa untuk mempelajari materi			✓
Materi	7. penyajian materi dalam bahan ajar berkaitan dengan kehidupan sehari-hari			✓
	8. Materi yang diajarkan dalam bahan ajar mudah dipahami	✓		
	9. Dalam bahan ajar tidak banyak konsep lokal (di temukan lagi) untuk saya menemukan konsep sendiri	✓		
	10. Penguasaan materi dalam bahan ajar memudahkan saya untuk berdiskusi dengan teman yang lain			✓
	11. Bahan ajar membuat tes evaluasi yang dapat menguji pemahaman saya tentang materi gelombang, gerak harmonis, dan besaran-besaran Newton			✓
Bahasa	12. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam bahan ajar (jelas dan mudah dipahami)		✓	
	13. Bahasa yang digunakan dalam bahan ajar sederhana dan mudah dimahaminya			✓
	14. Lambang atau gambar (mudah dipahami)		✓	
	15. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca			✓

..... 2017

Responda

.....

**ANGKET RESPON SISWA PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS KEARIFAN LOKAL LINTAS SISWA KELAS X SMA/MA PADA MATERI PENGUKURAN, GERAK BENDA DAN HUKUM-HUKUM NEWTON**

Judul Penelitian : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X Sma/Ma Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton

Nama Pelaksana : Fada

Nama Siswa : Yuj Sahabudin

Kelas : X IPA 2

Asal Sekolah : SMA Negeri 1 Tanjung

Petunjuk Pengisian

1. Mulailah dengan membaca pernyataan.
2. Setelah mengisi respon angket ini, petinggi Anda tidak membaca dan menggunakan Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X Sma/Ma Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton
3. Melalui instrumen ini Anda di mohon memberikan penilaian tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X Sma/Ma Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton yang akan digunakan sebagai referensi untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini dengan memberikan skor (5) pada kolom (1-4) dengan ketentuan sebagai berikut:  
Skor 4 : Sangat Setuju  
Skor 3 : Setuju  
Skor 2 : Tidak Setuju  
Skor 1 : Sangat Tidak Setuju
4. Sebelum menilai lebih lanjut, Anda secara lengkap terlebih dahulu.

Indikator	Pernyataan	Nilai			
		1	2	3	4
Kesertaan	1. Tampilan bahan ajar menarik			✓	
	2. Bahan ajar tersebut saya lebih tertarik , dalam belajar fisika			✓	
	3. Bahan ajar tersebut belajar fisika menyenangkan			✓	
	4. Bahan ajar tersebut saya untuk meningkatkan pelajaran fisika, khususnya pada materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum				✓

	Nilai				
	5. adanya kata motivasi dalam buku ajar berpengaruh terhadap minat dan belajar saya				✓
	6. adanya contoh dalam terdapat sehari-hari mempermudah saya untuk mempelajari materi				✓
Materi	7. penyajian materi dalam buku ajar berkaitan dengan kehidupan sehari-hari				✓
	8. Materi yang diajikan dalam buku ajar mudah dipahami				✓
	9. Dalam buku ajar tidak bertampek lamiran lokal ini terdapat bagian untuk saya memahami konsep sendiri			✓	
	10. Penyajian materi dalam buku ajar mendorong saya untuk berdiskusi dengan teman yang lain			✓	
	11. Buku ajar memiliki tes/latihan yang dapat menguji pemahaman saya tentang materi pengantar, gramatikal, dan bahasa-bahasa Newton				
Bahasa	12. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam buku ajar jelas dan mudah dipahami				✓
	13. Bahasa yang digunakan dalam buku ajar sederhana dan mudah dimaklumi			✓	
	14. Lambang yang sesuai sudah dipahami			✓	
	15. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca			✓	

....., 2017

Responden

**ANGKET RESPON SISWA PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS  
KEARIFAN LOKAL UNTUK SISWA KELAS X SMA/MA PADA MATERI  
PENGUKURAN, GERAK BENDA DAN HUKUM-HUKUM NEWTON**

Jenis Penelitian : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X Sma/Ma Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton

Masa Penelitian : 10 Hari

Nama Siswa : Karolina Sari<sup>1)</sup>

Kelas : X MIPA 5

Asal Sekolah : SMA N 1 Tanjung

Petunjuk Pengisian

1. Meneliti dengan membaca soal-soal
2. Sebelum mengisi respon angket ini, petisian Anda telah membaca dan menggunakan Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X Sma/Ma Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton
3. Melalui instrumen ini Anda di mohon memberikan penilaian tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X Sma/Ma Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton yang akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini dengan memberikan skor (0-4) pada kolom (1-4) dengan ketentuan sebagai berikut:  
Skor 4 : Sangat Setuju  
Skor 3 : Setuju  
Skor 2 : Tidak Setuju  
Skor 1 : Sangat Tidak Setuju
4. Sebelum menilai telah membaca Anda semua langkah terlebih dahulu.

Indikator	Pernyataan	Nilai			
		1	2	3	4
Keterampilan	1. Tampilan bahan ajar menarik				✓
	2. bahan ajar membuat saya lebih bersemangat dalam belajar fisika				✓
	3. bahan ajar membuat belajar tidak membosankan		✓		
	4. bahan ajar memudahkan saya untuk menguasai pelajaran fisika, khususnya pada materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum				✓

	Kelembutan				
	3. adanya kata motivasi dalam bahan ajar berpengaruh terhadap sikap dan belajar saya			✓	
	6. adanya contoh dalam kehidupan sehari-hari mempermudah saya untuk mempelajari materi				✓
Materi	7. penyampaian materi dalam bahan ajar berkaitan dengan kehidupan sehari-hari				✓
	8. Materi yang disajikan dalam bahan ajar mudah dipahami			✓	
	9. Dalam bahan ajar tidak terdapat kesalahan fakta ini terdapat bagian untuk saya memperluas konsep sendiri			✓	
	10. Penyajian materi dalam bahan ajar mendorong saya untuk berdiskusi dengan teman yang lain			✓	
	11. Bahan ajar memuat tes evaluasi yang dapat mengukur pemahaman saya tentang materi pengajaran, aspek benda, dan taksonomi-kelompok				
Bahasa	12. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam bahan ajar jelas dan mudah dipahami			✓	
	13. Bahasa yang digunakan dalam bahan ajar sederhana dan mudah dipahami		✓		
	14. Lambang atau simbol mudah dipahami			✓	
	15. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca				✓

19 Desember .....2017

Responda

*Kartika Sapi*

KARTIKA SAPI

**ANGKET RESPON SISWA PENGEMPHANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS KEARIFAN LOKAL UNTUK SISWA KELAS X SMA/MA PADA MATERI PENGUKURAN, GERAK BENDA DAN HUKUM-HUKUM NEWTON**

Judul Penelitian : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton

Mata Pelajaran : Fisika

Nama Siswa : Poetia Widiarlanj Achmad

Kelas : X MIPA 3

Asal Sekolah : SMA N 1 Tanjung

**Petunjuk Pengisian**

1. Mulailah dengan membaca Assalamu'alaikum.
2. Sebelum mengisi respon angket ini, pastikan Anda telah membaca dan menggubris Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton
3. Melalui instrumen ini Anda di mohon memberikan penilaian tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton yang akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini dengan memberikan check list (✓) pada kolom (1-4) dengan ketentuan sebagai berikut:  
Skor 4 : Sangat Setuju  
Skor 3 : Setuju  
Skor 2 : Tidak Setuju  
Skor 1 : Sangat Tidak Setuju
4. Sebelum mengisi bilah identitas Anda secara lengkap tertera di bawah.

Indikator	Pernyataan	Nilai			
		1	2	3	4
Kearifan	1. Deskripsi bahan ajar menarik			✓	
	2. bahan ajar membuat saya lebih bersemangat dalam belajar fisika			✓	
	3. bahan ajar membuat belajar fisika menyenangkan		✓		
	4. bahan ajar mendukung saya untuk menguasai pelajaran fisika, khususnya pada materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum			✓	

	Matematika				
	5. adanya kata motivasi dalam bahan ajar berpengaruh terhadap sikap dan perilaku siswa			✓	
	6. adanya gambar dalam kehidupan sehari-hari mempermudah siswa untuk mempelajari materi			✓	
Materi	7. penyajian materi dalam bahan ajar berkaitan dengan kehidupan sehari-hari				✓
	8. Materi yang disajikan dalam bahan ajar mudah dipahami			✓	
	9. Dalam bahan ajar tidak berbasis kearifan lokal (tidak terdapat gambar untuk siswa memahami konsep sendiri)			✓	
	10. Penyajian materi dalam bahan ajar menggunakan gaya atau berisikan dengan gambar yang bisa			✓	
	11. Bahan ajar memuat tes evaluasi yang dapat menguji pemahaman siswa tentang materi pengantar, gerak lurus, dan hukum-hukum Newton				
Bahasa	12. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam bahan ajar jelas dan mudah dipahami			✓	
	13. Bahasa yang digunakan dalam bahan ajar sederhana dan mudah dipahami		✓		
	14. Lambang atau simbol mudah dipahami			✓	
	15. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca				✓

15 Desember ..... 2017

Revisi  
Rika

RAHMAT WICAKSANTY, A.

**ANGKET RESPON SISWA PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS  
KEMAMPUAN LOKAL UNTUK SISWA KELAS X SMA/MA PADA MATERI  
PENGUKURAN, GERAK BENDA DAN HUKUM-HUKUM NEWTON**

**Judul Penelitian** : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kemampuan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton

**Mata Pelajaran** : Fisika

**Mata Siswa** :  $\int$  Fisika  $\int$   $\int$  Fisika

**Kelas** : X SMA/MA

**Asal Sekolah** : SMA/MA 1 Tasikmalaya

**Pertanyaan Penelitian**

1. Melalui dengan membuat daemaliat
2. Sebelum mengisi respon angket ini, penulis Anda telah membaca dan menggunakan Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kemampuan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton
3. Melalui instrumen ini Anda di mohon memberikan penilaian tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kemampuan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton yang akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini dengan memberikan skor/nilai (1-4) dengan ketentuan sebagai berikut:  
Skor 4 : Sangat Baik  
Skor 3 : Baik  
Skor 2 : Tidak Baik  
Skor 1 : Sangat Tidak Baik
4. Sebelum mengisi tabel identitas Anda secara lengkap terdapat di bawah.

Indikator	Pernyataan	Nilai			
		1	2	3	4
Kemampuan	1. Tersajikan bahan ajar tersebut				✓
	2. bahan ajar membuat saya lebih berminat dalam belajar fisika			✓	
	3. bahan ajar membuat belajar tidak membosankan			✓	
	4. bahan ajar mendukung saya untuk meningkatkan pelajaran fisika, khususnya pada materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum			✓	

	Naam				
	5. adanya foto motivasi dalam bahan ajar berpengaruh terhadap atensi dan belajar siswa				✓
	6. adanya contoh dalam kehidupan sehari-hari mempermudah siswa untuk mempelajari materi				✓
Materi	7. penyampaian materi dalam bahan ajar berkaitan dengan kehidupan sehari-hari				✓
	8. Materi yang disajikan dalam bahan ajar mudah dipahami				✓
	9. Dalam bahan ajar tidak banyak kerifan kata-kata yang terdapat bagian awal yang memancing keraguan siswa				✓
	10. Penyajian materi dalam bahan ajar mendukung siswa untuk berdiskusi dengan teman yang lain				✓
	11. Bahan ajar memuat ilustrasi yang dapat menunjang pemahaman siswa tentang materi pengajaran, gambar benda, dan buku-buku Newton				✓
Bahasa	12. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam bahan ajar jelas dan mudah dipahami				✓
	13. Bahasa yang digunakan dalam bahan ajar sederhana dan mudah dipahami				✓
	14. Lambang yang sesuai mudah dipahami				✓
	15. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca				✓

Tanjung 20 Desember 2017

Kependa

*[Signature]*

**ANGKET RESPON SISWA PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS  
KRARIFAN LOKAL UNTUK SISWA KELAS X SMA/MA PADA MATERI  
PENGUKURAN, GERAK BENDA DAN HUKUM-HUKUM NEWTON**

**Judul Penelitian :** Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton

**Mata Pelajaran :** Fisika

**Nama Siswa :** Uca Rahmawati

**Kelas :** X IPA 1

**Awal Sekolah :** SMA N 1 Tasikmalaya

**Petunjuk Pengisian**

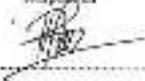
- Mulailah dengan membaca keseluruhan.
- Sebelum mengisi respon angket ini, pastikan Anda telah membaca dan menggunakan Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton
- Melalui instrumen ini Anda di mohon memberikan penilaian tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton yang akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini dengan memberikan skor 0-4 pada kolom (1-4) dengan ketentuan sebagai berikut:  
Skor 4 : Sangat Setuju  
Skor 3 : Setuju  
Skor 2 : Tidak Setuju  
Skor 1 : Sangat Tidak Setuju
- Sebelum mengisi lebih identitas Anda secara lengkap terdapat dibawah.

Indikator	Pernyataan	Nilai			
		1	2	3	4
Keterbacaan	1. Tampilan bahan ajar menarik			✓	
	2. bahan ajar membuat saya lebih bersemangat dalam belajar fisika			✓	
	3. bahan ajar membuat saya tidak membosankan			✓	
	4. bahan ajar memudahkan saya untuk menguasai pelajaran fisika, khususnya pada materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum	✓		✓	

	Nilai				
	5. adanya kaitan motivasi dalam bahan ajar kemampuan membaca ulang dan belajar saja		✓		
	6. adanya contoh dalam kehidupan sehari-hari mempertahab, saya antak memana agar materi			✓	
Materi	7. penyampaian materi dalam bahan ajar berbelajar dengan kehidupan sehari-hari			✓	
	8. Materi yang disajikan dalam bahan ajar mudah dijudani		✓		
	9. Dalam bahan ajar ter la berbasis kualifikasi lokal ini terdapat bagian untuk saya mememtion konsep acuan		✓		
	10. Penyajian materi dalam bahan ajar mendorong saya untuk berdiskusi dengan teman yang lain				✓
	11. Bahan ajar (materi) ter evaluasi yang dapat menguji pemahaman saya tentang materi pangukuran, gerak lurus, dan la kuan dalam Newton		✓		
Tahapan	12. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam bahan ajar ter la dan mudah dipahami				✓
	13. Bahasa yang digunakan dalam bahan ajar sederhana dan mudah dipahami				✓
	14. Lambang atau gambar mudah dipahami				✓
	15. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca				✓

Tanjung, 20 Desember 2017

Respon



**ANGKET RESPON SISWA PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS KEARIFAN LOKAL UNTUK SISWA KELAS X SMA/MA PADA MATERI PENGUKURAN, GERAK BENDA DAN HUKUM-HUKUM NEWTON**

Judul Penelitian : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton

Nama Pelajaran : Fisika

Nama Siswa : Putri Nur Hafidha Anisa

Kelas : X IPA 1

Asal Sekolah : SMA N 1 TANGJUP B

**Pertanyaan Penelitian**

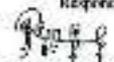
1. Apakah dengan menerima Skenario?
2. Sebelum mengisi survey angket ini, pastikan Anda telah membaca dan menggunakan Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton
3. Melalui instrumen ini Anda di mohon memberikan penilaian tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton yang akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini dengan memberikan skor (0) pada kolom (1-4) dengan ketentuan sebagai berikut:  
Skor 4 : Sangat Sesuai  
Skor 3 : Sesuai  
Skor 2 : Tidak Sesuai  
Skor 1 : Sangat Tidak Sesuai
4. Sebelum mengisi islahi identitas Anda secara lengkap terlebih dahulu.

Indikator	Pernyataan	Nilai			
		1	2	3	4
Keterarikan	1. Terdapat bahan ajar menarik				✓
	2. Bahan ajar membuat saya lebih bersemangat dalam belajar fisika				✓
	3. Bahan ajar membuat belajar tidak membosankan				✓
	4. Bahan ajar mendukung saya untuk menguasai pelajaran fisika, khususnya pada materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum				✓

	Nilainya					
	3. adanya foto motivasi dalam bahan ajar berpengaruh terhadap pilihan dan belajar saya				✓	
	4. adanya contoh dalam kehidupan sehari-hari mempermudah saya untuk mempelajari materi			✓		
Materi	7. penyajian materi dalam bahan ajar berkaitan dengan kehidupan sehari-hari				✓	
	8. Materi yang disajikan dalam bahan ajar mudah dipahami				✓	
	9. Dalam bahan ajar tidak hanya keanekaragaman tetapi terdapat bagian untuk saya meninjau konsep aslinya					✓
	10. Penyajian materi dalam bahan ajar mendorong saya untuk berdiskusi dengan teman yang lain			✓		
	11. Bahan ajar tersebut terdapat gambar yang dapat memotivasi perkuliahan saya tentang materi pengukuran, gaya benda, dan hukum-hukum Newton					✓
Bahasa	12. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam bahan ajar jelas dan mudah dipahami				✓	
	13. Bahasa yang digunakan dalam bahan ajar sederhana dan mudah dipahami				✓	
	14. Lambang dan simbol mudah dipahami			✓		
	15. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca					✓

Tertanggal ..... di Bantul, 2017

Responda

  
 Fauziah Arief

**ANGGUK RESPON SISWA PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS KEARIFAN LOKAL UNTUK SISWA KELAS X SMA/MA PADA MATERI PENCUKURAN, GERAK BENDA DAN HUKUM-HUKUM NEWTON**

**Judul Penelitian** : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton

**Mata Pelajaran** : Fisika

**Nama Siswa** : Roudlatul Jannah

**Kelas** : X MIPA 1

**Asal Sekolah** : SMA NEBSPI 1 TANJUNGPINANG

**Penyaji Penelitian**

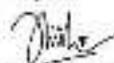
- Melalui dengan membaca Research
- Selama mengisi respon angket ini, pastikan Anda telah membaca dan menggunakan Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton
- Melalui instrumen ini Anda di mohon memberikan penilaian tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton yang akan digunakan sebagai respon untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini dengan memberikan skor 1-5 pada kolom (1-4) dengan ketentuan sebagai berikut:  
Skor 4 : Sangat Setuju  
Skor 3 : Setuju  
Skor 2 : Tidak Setuju  
Skor 1 : Sangat Tidak Setuju
- Sebelum mengisi nilai identitas Anda secara lengkap terlebih dahulu.

Indikator	Pernyataan	Nilai			
		1	2	3	4
Keterarikan	1. Tampilan bahan ajar menarik		✓		
	2. bahan ajar membuat saya lebih bersemangat dalam belajar fisika			✓	
	3. bahan ajar membuat belajar lebih menyenangkan			✓	
	4. bahan ajar mendukung saya untuk mengikuti pelajaran fisika, khususnya pada materi pengukuran, gerak lurus, dan hukum-hukum Newton				✓

	Skor				
	5. Adanya foto motivasi dalam bahan ajar				✓
	6. Adanya contoh dalam kehidupan sehari-hari			✓	
	7. penyampaian materi dalam bahan ajar			✓	
	8. Materi yang diajarkan dalam bahan ajar mudah dipahami				✓
	9. Dalam bahan ajar tidak berbedas kesulitan belajar terdapat bagi, untuk saya memahami konsep adalah		✓		
	10. Penyajian materi dalam bahan ajar mendorong saya untuk berdiskusi dengan teman yang lain			✓	
	11. Bahan ajar memuat keaktifan yang dapat menggali pengetahuan saya tentang materi pengalihan, gerak benda, dan hukum-hukum Newton				✓
	12. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam bahan ajar jelas dan mudah dipahami				✓
	13. Bahasa yang digunakan dalam bahan ajar sederhana dan mudah dipahami				✓
	14. Lambang atau simbol mudah dipahami				✓
	15. Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca				✓

Tanggal 20 Desember 2019

Responden



(ROWLATUL JANAH)

**ANGKET RESPON SISWA PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS KEARIFAN LOKAL UNTUK SISWA KELAS X SMA/MA PADA MATERI PENGUKURAN, GERAK BENDA DAN HUKUM-HUKUM NEWTON**

Judul Penelitian : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton

Mata Pelajaran : Fisika

Nama Siswa : Rizka

Kelas : X IPA 7

Nama Sekolah : SMA N. 1. Tondong

**Pertajuk Pengisian**

1. Melilah dengan mengisi kembali.
2. Sebelum mengisi survey angket ini, pastikan Anda telah membaca dan menggunakan Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton.
3. Melalui instrumen ini Anda di mohon memberikan penilaian tentang Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kearifan Lokal Untuk Siswa Kelas X SMA/MA Pada Materi Pengukuran, Gerak Benda Dan Hukum-Hukum Newton yang akan dipasarkan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas bahan ajar ini dengan memberikan check list (✓) pada kolom (1-4) dengan ketentuan sebagai berikut:

Skor 1 : Sangat Setuju

Skor 2 : Setuju

Skor 3 : Tidak Setuju

Skor 4 : Sangat Tidak Setuju

4. Setelah selesai isilah Wertitas Anda sesuai lingkup terlebit dahulu.

Indikator	Pernyataan	Nilai			
		1	2	3	4
Ketersajian	1. Tersedia bahan ajar menarik				✓
	2. Bahan ajar memberi daya lebih bermakna dalam belajar fisika			✓	
	3. bahan ajar memuat belajar tidak membosankan			✓	
	4. bahan ajar mendukung siswa untuk menguasai pelajaran fisika, khususnya pada materi pengukuran, gerak benda, dan hukum-hukum			✓	

	Nilai					
	5. adanya kata motivasi dalam bahan ajar berpengaruh terhadap sikap dan behavior siswa			✓		
	6. adanya contoh dalam kehidupan sehari-hari mempermudah siswa untuk mempelajari materi				✓	
Materi	7. penyempitan materi dalam bahan ajar berkaitan dengan kehidupan sehari-hari				✓	
	8. Materi yang diajarkan dalam bahan ajar sudah dipahami				✓	
	9. Dalam bahan ajar tidak banyak koefisien tabel ini tidak dapat bagikan untuk saya memahami konsep sendiri		✓			
	10. Penyajian materi dalam bahan ajar memudahkan saya untuk berdiskusi dengan teman yang lain			✓		
	11. Bahan ajar memuat uji evaluasi yang dapat menguji pemahaman siswa tentang materi yang diajarkan, gerak benda, dan hukum-hukum Newton		✓			
Bahan	12. Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam bahan ajar jelas dan sudah dipahami			✓		
	13. Bahasa yang digunakan dalam bahan ajar sederhana dan sudah dipahami				✓	
	14. Lambang atau simbol sudah dipahami				✓	
	15. Huruf yang digunakan sederhana dan sudah dibaca				✓	

Tanjung, 20 Desember 2017

Kepada

  
Kuslan

Lampiran 15

Data Angket Respon Peserta Didik

Aspek	Indikator	Nilai Validator										Skor	Σ per aspek	Rata-rata	Presentase kelayakan
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X				
Ketertarikan	1	4	3	3	4	3	4	3	4	2	4	34	196	3,3	82%
	2	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	32			
	3	4	3	3	2	2	3	3	4	3	3	30			
	4	3	3	4	4	3	3	2	4	4	3	33			
	5	3	3	4	3	3	3	2	4	4	3	32			
	6	4	3	4	4	3	4	3	3	3	4	35			
Materi	7	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	37	164	3,3	82%
	8	3	2	4	3	3	4	2	4	4	4	33			
	9	4	2	3	3	3	3	2	4	2	2	28			
	10	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	32			
	11	4	3	4	4	4	3	2	4	4	2	34			
Bahasa	12	4	2	4	3	3	4	4	4	4	3	35	138	3,45	87%
	13	3	3	3	2	2	3	4	4	4	4	32			
	14	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	33			
	15	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	38			
Jumlah Skor		54	42	52	50	46	51	45	57	51	50	498	498	3,3	82%
Jumlah rerata skor															

Aspek ketertarikan

Interval	Kategori
76-100%	Sangat Baik
60-75%	Baik
25-50%	Kurang
0-25%	Sangat Kurang

Aspek materi

Interval	Kategori
76-100%	Sangat Baik
60-75%	Baik
25-50%	Kurang
0-25%	Sangat Kurang

Aspek Bahasa

Interval	Kategori
76-100%	Sangat Baik
60-75%	Baik
25-50%	Kurang
0-25%	Sangat Kurang

Rerata skor

Interval	Kategori
76-100%	Sangat Baik
60-75%	Baik
25-50%	Kurang
0-25%	Sangat Kurang

*Lampiran 16*  
Produk Akhir

**Bahan Ajar**

# FISIKA

**BERBASIS KEARIFAN LOKAL**  
untuk SMA/MA KELAS X

- **PENGUKURAN**
- **GERAK BENDA**
- **HUKUM-HUKUM NEWTON**

Penulis :  
Ahmad Fahmi Sidik

Editor :  
Ahmad Fahmi Sidik

Desain Isi dan Cover :  
Ahmad Fahmi Sidik

Pembimbing :  
Andi Fadlan, S. Si, M. Sc  
Muhammad Ardhi Khalif, M. Sc

Tata letak bahan ajar ini menggunakan  
Microsoft Word 2010 dan Corel Draw X.4  
Font : Arial, Cambria (Headings dan Math), Times New Roman,  
BrowaliaUPC, Vani, dan Pamega Script.



**Pendidikan Fisika**  
**Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang**

## *Kata Pengantar*

*Assalamualaikum Wr. Wb*

*Bismillahirrohmanirrohim*

Fisika adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari gejala-gejala alam, Fisika adalah ilmu yang mengungkap ayat-ayat Allah yang terdapat di alam ini (ayat Kauniah), sehingga diharapkan manusia dapat memahami serta memanfaatkan sebagai modal pengabdian kepada tuhan pencipta semesta alam ini. Oleh karena itu, pengelolaan sumber daya alam dan penguasaan teknologi tidak akan berjalan secara optimal tanpa pemahaman yang baik tentang fisika.

Bahan ajar fisika SMA/MA Kelas X ini disusun berdasarkan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar 2013 dengan mengaitkan kearifan lokal. Materi yang dibahas adalah pengukuran besaran fisika, gerak benda, hukum-hukum Newton. Oleh karena itu, dalam bahan ajar ini menyajikan konsep fisika beserta rumus, dan penerapan konsep fisika dalam kehidupan sehari-hari.

Penulis mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya penyusunan bahan ajar ini. Namun, penulis hanyalah manusia sehingga wajar jika dalam buku ini masih ada kekurangan. Untuk itu, saran dan kritik yang bersifat membangun dari para pembaca sangat penulis harapkan demi perbaikan bahan ajar ini.

*Alhamdulillah*

Selamat belajar, semoga sukses.

*Wassalamualaikum Wr. Wb*

Semarang, September 2017

Penulis

## *Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Fisika SMA/MA Kelas X*

<b>Kompetensi Inti</b>	<b>Kompetensi Dasar</b>
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.	<p><b>1.1.</b> Bertambah keimanannya dengan menyadari hubungan keteraturan dan kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya</p> <p><b>1.2.</b> Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan air sebagai unsur utama kehidupan dengan karakteristik yang memungkinkan bagi makhluk hidup untuk tumbuh dan berkembang.</p>
2. Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	<p><b>2.1</b> Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi</p> <p><b>2.2</b> Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan.</p>
3. Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.	<p><b>3.1.</b> Memahami konsep besaran fisika dan pengukurannya</p> <p><b>3.2.</b> Menganalisis hubungan antara gaya, massa, dan gerakan benda pada gerak lurus</p> <p><b>3.3.</b> Menganalisis besaran fisika pada gerak melingkar dengan laju konstan dan penerapannya dalam teknologi.</p>
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.	<p><b>4.1.</b> Menggunakan peralatan dan teknik yang tepat dalam melakukan pengamatan dan pengukuran besaran fisika untuk suatu penyelidikan ilmiah</p> <p><b>4.2.</b> Menyajikan data dan grafik hasil percobaan untuk menyelidiki sifat gerak benda yang bergerak lurus beraturan (GLB) dan tidak beraturan (GLBB)</p> <p><b>4.3.</b> Melakukan percobaan untuk menyelidiki hubungan antara gaya, massa, dan percepatan pada gerak lurus.</p>

## Komponen Bahan Ajar

- Awal Bab** : Tampilan awal bab terdapat gambar yang menarik sesuai dengan materi, judul bab, tujuan pembelajaran, dan apersepsi.
- Inti Materi** : Memberi gambaran tentang topik-topik yang akan dibahas dalam setiap bab.
- Apersepsi** : Merupakan bagian tersendiri dari awal bab yang bertujuan merangsang keingintahuan peserta didik.
- Contoh soal** : Contoh soal membantu peserta didik memfokuskan perhatian pada konsep yang sedang dibahas dan juga membantu siswa mempelajari kembali konsep yang telah dibahas.
- Kegiatan** : Berisi aktivitas, observasi, eksperimen untuk membuktikan teori yang dilakukan di dalam laboratorium atau di luar laboratorium.
- Penting** : Berisi tips atau konsep yang perlu diingat lagi.
- Gravitasi** : (Gerak Prestasi)  
Bagian ini akan melatih peserta didik untuk mampu memecahkan soal-soal tentang materi yang telah dibahas dan disertai jawaban untuk soal hitungan.
- Tokoh Ilmuwan** : Menampilkan ilmuwan-ilmuwan yang berhubungan dengan konsep yang sedang dibahas. Diharapkan dapat meningkatkan motivasi peserta didik untuk belajar dengan giat.
- Skala** : (Fisika Kearifan Lokal)  
Berisi tentang permainan, adat istiadat, mata pencaharian, infrastruktur bangunan yang ada di Indonesia.
- Rangkuman** : Berisi intisari materi yang terdapat dalam setiap bab.
- Evaluasi bab** : Berupa pertanyaan-pertanyaan dalam bentuk pilihan ganda untuk mengukur pemahaman peserta didik terhadap materi yang dipelajari dari setiap bahan kajian.
- Kunci Jawaban** : Berisi jawaban-jawaban yang diinginkan.
- Appendix** : Berisi daftar sumber penulisan pada gambar.

## Daftar Isi

KATA PENGANTAR .....	ii
KOMPETENSI INTI DAN KOMPETENSI DASAR.....	iii
KOMPONEN BAHAN AJAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
<b>BAB I PENGUKURAN .....</b>	<b>1</b>
1. Peta Konsep.....	2
2. Besaran Fisika .....	3
3. Pengukuran.....	13
4. Besaran Vektor.....	29
5. Evaluasi Bab I .....	39
<b>BAB II GERAK BENDA .....</b>	<b>43</b>
1. Peta Konsep.....	44
2. Gerak Lurus.....	50
3. Gerak Melingkar .....	71
4. Evaluasi Bab II.....	78
<b>BAB III HUKUM-HUKUM NEWTON .....</b>	<b>82</b>
1. Peta Konsep.....	83
2. Penyebab Benda Bergerak .....	84
3. Hukum-Hukum Newton.....	93
4. Evaluasi Bab III.....	120
<b>KUNCI JAWABAN .....</b>	<b>124</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>125</b>
<b>APPENDIX .....</b>	<b>126</b>

# BAB 1

## PENGUKURAN

### Inti Materi

- Besaran dan satuan
- Pengukuran
- Prinsip-prinsip pengukuran
- Vektor

### Tujuan Pembelajaran

1. Menyiapkan instrumen dan melakukan pengukuran dengan benar dan tepat berkaitan dengan besaran pokok dan besaran turunan.
2. Menggunakan dan membaca nilai pada alat ukur dan menuliskan hasil pengukuran sesuai dengan peraturan penulisan angka penting disertai ketidakpastian.
3. Bekerjasama dan bertanggung jawab dalam melakukan percobaan dan mengolah hasil percobaan. Memiliki dan menerapkan sikap ilmiah di lingkungan.
4. Menjelaskan definisi vektor, dan representasinya dalam sistem koordinat cartesius.
5. Menjumlahkan vektor secara grafis dan analitis.

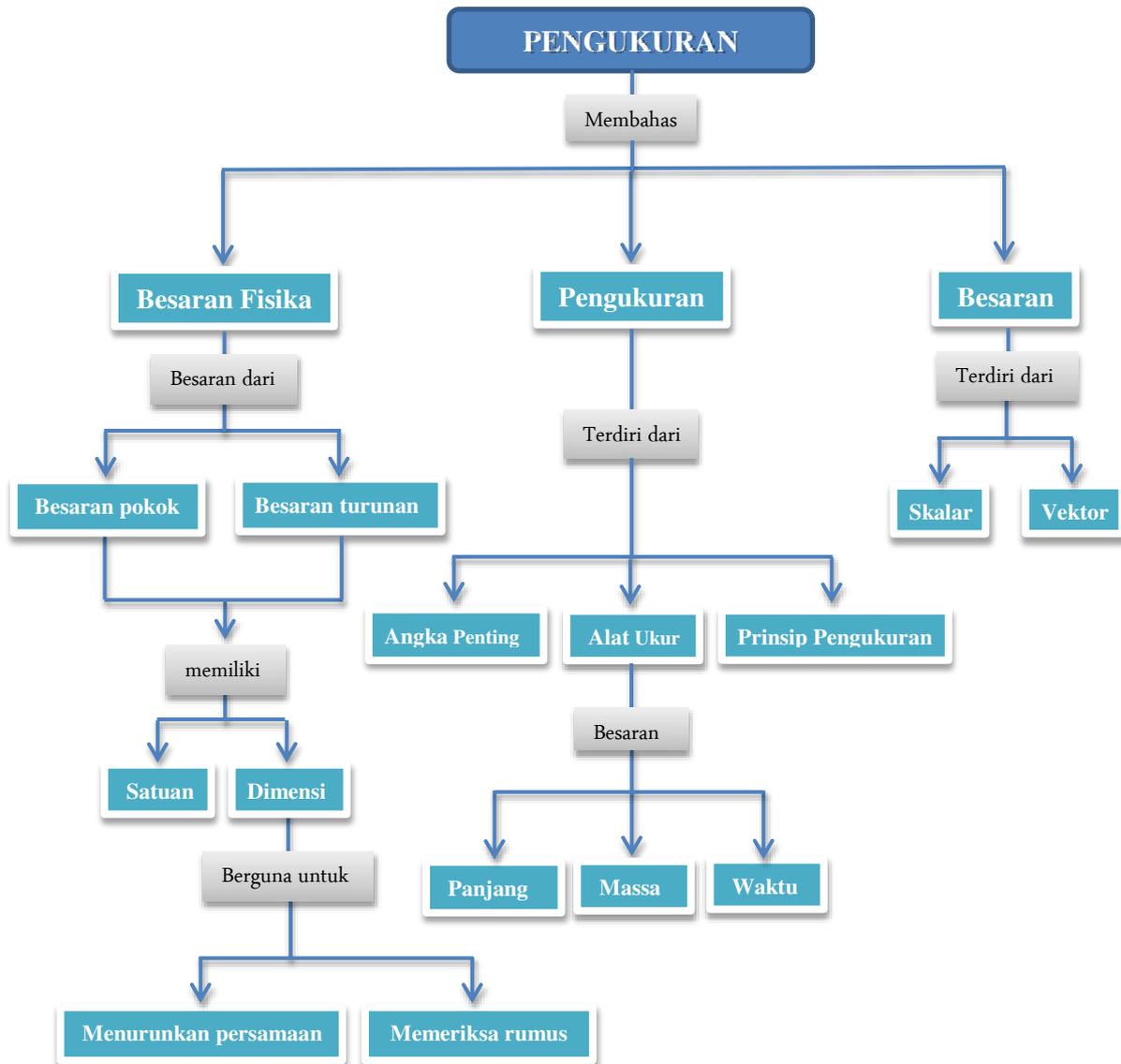


Sumber : <http://www.solopos.com>

Gambar 1.1: Penjaga kios beras menimbang beras dengan neraca kodok

Seorang penjaga kios beras sedang menimbang massa beras yang akan dibeli. Penjual beras menggeser anak timbangan pada lengan yang menunjukkan angka sampai lengan sejajar dengan garis kesetimbangan. Bagaimana jika penimbangan beras dilakukan dengan orang berbeda? Apakah hasilnya juga sama? Bagaimana cara mengukur dan menggunakan alat ukur secara baik dan benar, kita akan mempelajarinya di bab ini.

# PETA KONSEP



## KATA KUNCI

Akurasi	Besaran Vektor	Kesalahan Matematis
Alat Ukur	Dimensi	Pengukuran
Analitis	Depa	Percobaan
Angka Penting	Grafis	Posisi
Besaran Pokok	Hasta	Presisi
Besaran Turunan	Jengkal	Satuan
Besaran Skalar	Kesalahan Acak	

Ilmu yang mempelajari gejala alam disebut *Sains*. Sains berasal dari bahasa Latin yang berarti “Mengetahui”. Sains terbagi atas beberapa cabang ilmu, diantaranya adalah fisika. Aspek terpenting dari pembelajaran fisika adalah pengukuran besaran fisika. Oleh karena itu, untuk merumuskan dan membuktikan hukum-hukum fisika, kita harus melakukan pengamatan dan pengukuran.



Sumber : <https://blogs.qub.ac.uk/qubio/>  
Gambar 1.2 Lord Kelvin (1824-1907)  
Menjelaskan pentingnya pengukuran bagi perkembangan ilmu.

Pada dasarnya fisika adalah ilmu mengenai pengukuran diawali dengan mengamati alam. Lord Kelvin (1824-1907), seorang fisikawan dan matematikawan dari Inggris berkata:

“Saya sering berkata ketika kamu dapat mengukur apa yang kamu bicarakan dan dinyatakan dalam angka, itu artinya kamu mengetahui hal tersebut. Namun, ketika kamu tidak dapat menyatakannya dalam angka, maka pengetahuanmu tentang hal tersebut sangatlah sedikit dan tidak memadai. Hal itu menunjukkan bahwa kamu masih dalam tahap awal dari ilmu pengetahuan”.

## A. BESARAN FISIKA



Sumber : <http://www.pengertianilmu.com>  
Gambar 1.3 mengukur area yang akan dipasang keramik.

Belajar fisika berarti kita mempelajari sifat-sifat benda, kejadian serta gejala alam di sekitar kehidupan kita. Dalam kehidupan sehari-hari, pernahkah anda melihat tukang bangunan yang hendak memasang keramik? Guna menentukan berapa banyak keramik yang dibutuhkan tukang bangunan mengukur panjang dan lebar area dengan alat roll meter. Angka yang ditunjukkan roll meter dapat menentukan berapa banyak keramik yang dibutuhkan. Sesuatu yang dapat diukur dan hasilnya dapat dinyatakan dengan nilai dan satuan disebut *Besaran fisika*.

Pada saat melakukan pengukuran, orang harus harus mengetahui prinsip-prinsip yang digunakan dalam pengukuran. Namun sebelum mengetahui prinsip-prinsip tersebut sebaiknya anda mengetahui tentang besaran dan satuan.

## 1. Besaran Pokok



Sumber : <http://agungawd.blogspot.co.id>  
Gambar 1.4 Pembakaran batu bata

Salah satu pemanfaatan sumber daya alam di Indonesia adalah batu bata sebagai bahan untuk membangun rumah. Gambar di samping menggambarkan proses pembakaran batu bata. Proses pembakaran, dibutuhkan suhu dan waktu berapa untuk memantapkan batu bata?

Menyatakan suatu besaran, misalnya suhu dan waktu, diperlukan satuan. Pernyataan suhu api pembakaran batu bata 80 dan waktu 2-3 saja akan membingungkan bagi penerima informasi ini, apakah 80 derajat celcius, 80 kelvin atau 2-3 jam. Dalam hal ini derajat celcius, kelvin atau jam disebut satuan. Satuan pengukuran dalam dunia ilmu pengetahuan menggunakan satuan standar yang telah disepakati secara Internasional.

**Besaran pokok** adalah besaran yang satuannya telah ditetapkan terlebih dahulu dan besaran ini tidak diturunkan dari besaran lain. Dalam Sistem Internasional (SI), ditetapkan 7 besaran pokok seperti ditunjukkan pada tabel 1.1

Tabel 1.1 Besaran-besaran Pokok

Besaran	Satuan	Simbol
Panjang	Meter	M
Massa	Kilogram	Kg
Waktu	Sekon	S
Suhu	Kelvin	K
Arus Listrik	Ampere	A
Intensitas Cahaya	Kandela	Cd
Jumlah Zat	Mol	Mol

## 2. Besaran Turunan

**Besaran turunan** adalah besaran-besaran yang satuannya diturunkan dari besaran pokok. Pokok bahasan mekanika, besaran turunan diperoleh dari besaran pokok, yaitu panjang, massa, dan waktu. Contoh besaran yang diturunkan dari besaran pokok adalah sebagai berikut.

- ✓ Massa jenis =  $\frac{\text{massa}}{\text{volume}}$ , satuannya  $\text{kg}/\text{m}^3$  atau  $\text{kg m}^{-3}$
- ✓ Percepatan =  $\frac{\text{kecepatan}}{\text{selang waktu}}$ , satuannya  $\text{m}/\text{s}^2$  atau  $\text{m s}^{-2}$
- ✓ Kecepatan =  $\frac{\text{perpindahan}}{\text{selang waktu}}$ , satuannya  $\text{m}/\text{s}$  atau  $\text{m s}^{-1}$

Tabel 1.2 Besaran-besaran Turunan

Besaran	Simbol	Satuan	Simbol Satuan
Gaya	N	Newton	$\text{kg m s}^{-2}$
Usaha	J	Joule	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$
Tekanan	Pa	Pascal	$\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$
Daya	W	Watt	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-3}$
Tegangan listrik	V	Volt	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{I}^{-1}$
Tekanan listrik	$\Omega$	Ohm	$\text{kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{I}^{-2}$

## 3. Satuan Besaran Fisika



Sumber : <https://www.youtube.com/watch?v=KFGUyWDFuOw>

Gambar 1.5 Membuat talikama layang-layang.

Sejak zaman dahulu, manusia telah menyadari pentingnya pengukuran dan memperkirakan berbagai jenis besaran. Misalnya di Indonesia untuk menyatakan panjang, manusia telah menggunakan satuan depa, hasta, jengkal, dan langkah kaki, seringna pembuatan talikama layang-layang pun menggunakan jengkal. Satuan-satuan tersebut tidak mempunyai ukuran yang pasti (bernilai relatif). Tentu saja hal itu menimbulkan kesulitan dalam komunikasi ilmu pengetahuan, terutama yang berkaitan dengan pengukuran. Indonesia

merupakan negara yang terdiri dari pulau-pulau atau daerah-daerah, hal ini membuat satuan pengukuran pun menjadi beragam.

### a. Satuan Tak Baku

#### 1) Satuan ukuran luas (panjang dan lebar)

##### a) Tumbuk

Satuan luas Tumbuk biasa digunakan di daerah Jambi, dan sampai sekarang masih banyak digunakan untuk menyatakan ukuran luas sebidang tanah.

$$1 \text{ tumbuk} = 1 \text{ are} = 100\text{m}^2 (10\text{m} \times 10\text{m}).$$

##### b) Rante

Satuan Rante (Rantai) banyak digunakan di Sumatera (Melayu), untuk menyatakan luas sebidang tanah. Secara umum satuan luas 1 Rante disamakan dengan  $400\text{m}^2$ . Namun secara detailnya, satuan rante sebenarnya sama dengan  $404,685\ 644\ 24\ \text{m}^2$

##### c) Borong

Satuan luas Borong merupakan satuan luas untuk menyatakan ukuran sebidang lahan/tanah yang digunakan di daerah Kalimantan Barat.

$$1 \text{ borong} = 1/6 \text{ Ha atau kurang lebih sekitar } 1666,66\ \text{m}^2.$$

##### d) Rakit

Satuan luas Rakit merupakan satuan luas untuk menyatakan ukuran sebidang lahan yang digunakan di daerah Jawa-Pantura.

$$1 \text{ Rakit} = 1000\ \text{m}^2$$

##### e) Ubin

Secara nasional, satuan luas Tumbak dan satuan Ru di sebut dengan satuan Ubin. Tumbak merupakan satuan luas untuk menyatakan ukuran sebidang lahan yang digunakan di daerah Jawa Barat, sedangkan di Jawa Tengah dinamakan Ru.

$$1 \text{ Ubin} = 1 \text{ Tumbak} = 1 \text{ Ru} = (3,75\text{m} \times 3,75\text{m}) = 14,0625\ \text{m}^2$$

##### f) Bau dan Bagian

Satuan bau ataupun bagian biasanya digunakan oleh petani di daerah Jawa.

$$1 \text{ bau luasnya sekitar } 7100\ \text{m}^2.$$

$$1 \text{ bagian } \frac{3}{4} \text{ bau atau } 5325\ \text{m}^2.$$

Tabel 1.3 Satuan Panjang Tak Baku

No.	Gambar	Besaran	Satuan	Nilai
1.		Jarak dua ujung tangan yang di rentangkan	1 Depa	1,6 – 2 meter
2.		Jarak antara siku dengan ujung jari	1 Hasta	0,4 – 0,6 meter
3.		Jarak antara ujung ibu jari dengan ujung jari kelingking	1 Jengkal	$\pm 0,2 - 0,28$ meter

## 2) Satuan ukuran massa

Tabel 1.4 Satuan Massa Lokal di Indonesia

No.	Gambar	Besaran	Satuan	Nilai
1.		Menakar beras	1 Beruk	10 Ons/ 1 Kg
2.		Menakar beras	1 Mud	0,75 Kg
3.		Menakar minyak/oli	1 Liter	1 L, ½ L, 2 Dsl, 1 Dsl, ½ Dsl
4.		Menimbang buah, batu, belerang	1 Pikul	62,5 Kg

## 3) Satuan ukuran waktu



Sumber : Endang R S jurnal analisis jam bencet  
Gambar 1.6 Jam bencet

Jam bencet adalah suatu alat penunjuk waktu yang bisa digunakan untuk menentukan waktu salat, pranotomongso, dan tanggal syamsiyah. Jam bencet bisa terbuat dari kayu ataupun semen dilapisi lempengan kuningan. Jam bencet bekerja dengan menggunakan matahari sebagai titik acuannya.

## b. Satuan Baku (Standar)

Usaha serius untuk menstandarkan satuan pengukuran dilakukan pertama kali pada 1889 di Paris. Namun masih ada kejanggalan yang tidak terselesaikan. Pada konferensi Oktober 1960 satuan standar untuk pengukuran pun diperbarui dan menghasilkan sistem Satuan Internasional (SI).

Karakteristik sari satuan standar (baku) antara lain:

- a. Berukuran nyaman untuk digunakan
- b. Tidak berubah terhadap ruang dan waktu
- c. Nilai tidak ada keraguan
- d. Tidak mudah rusak
- e. Mudah untuk diperbanyak

Berikut ini adalah definisi satuan standar dari besaran panjang, massa, dan waktu.

### 1) Meter



Sumber: <http://infokalibrasi.blogspot.co.id>  
Gambar 1.7 Batang Platina dan Iridium

Panjang adalah jarak dalam suatu ruang. Standar panjang internasional yang pertama adalah sebuah batang yang terbuat dari campuran platina-iridium yang disebut meter standar. Meter standar ini tersimpan di Internasional Bureau of Weight and Measures kota Sevres, Perancis. Satu meter didefinisikan sebagai jarak antara dua goresan pada kedua ujung meter standar yang diukur pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$ .

Ada beberapa kelemahan dalam penggunaan meter standar, antara lain :

1. Meter standar mudah rusak, disebabkan batang platina iridium mudah terpengaruh oleh perubahan suhu. Apabila rusak batang ini sulit untuk dibuat ulang.
2. ketelitian pengukuran tidak memadai lagi dengan kemajuan teknologi saat ini. Dengan adanya kelemahan tersebut dibutuhkan meter standar yang baru dengan menggunakan panjang gelombang cahaya.



Sumber : <http://docplayer.info>  
Gambar 1.8 Sinar Krypton-86

Pada tahun 1960 ditetapkan bahwa satu meter didefinisikan sama dengan 1.650.763,73 kali panjang gelombang sinar jingga yang dipancarkan atom-atom krypton (  $\text{Kr-86}$  ). Pada tahun 1983, definisi standar meter diubah lagi. Satu meter yaitu jarak tempuh cahaya dalam selang waktu  $1/299.792.458$  sekon.

## 2) Kilogram



Sumber : <https://fisikasaja.files.wordpress.com>  
Gambar 1.9 Standar satu kilogram

Satu kilogram adalah massa silinder campuran platina-iridium yang di simpan di Internasional Bureau of Weight and Measures di kota Sevres dekat Paris, Perancis. Massa standar satu kilogram dipilih sedemikian rupa sehingga sama dengan massa 1 liter air murni pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$ .

## 3) Waktu



Sumber : [webarchive.nationalarchives.gov.uk](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk)  
Gambar 1.10 Jam Atom

Pada tahun 1967 satuan waktu standar ditetapkan berdasarkan jam atom Cesium. Satu sekon didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan oleh atom Cesium-133 ( $\text{Cs-133}$ ) untuk bergetar sebanyak 9.192.631.770 kali.



Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

1. Apa yang anda ketahui tentang besaran dan satuan ?
2. Sebut dan jelaskan pengertian besaran pokok dan contohnya?
3. Sebut dan jelaskan pengertian besaran turunan dan contohnya?
4. Satuan pengukuran besaran ada baku dan tidak baku. Satuan tidak baku, misalnya: hasta, depa, dan jengkal, sangat menyulitkan dalam komunikasi apalagi untuk kepentingan ilmiah. Jelaskan mengapa demikian ?
5. Sebutkan besaran dan satuan pengukuran yang berasal dari berbagai daerah beserta ?
6. Sebutkan empat karakteristik dari satuan standar ?
7. Mengapa perlu dibuat satuan-satuan standar? Bila pengetahuan dan teknologi semakin maju, mungkinkah satuan standar yang kita gunakan sekarang diperbaharui? Jelaskan!
8. Berapakah volume balok dengan panjang 12 cm, lebar 5 cm, dan tinggi 6 cm! Nyatakan dalam Sistem Internasional.

### Pengukuran dengan Satuan Baku dan Tidak Baku

#### A. Tujuan

Memahami pengukuran dengan satuan baku dan tidak baku secara baik dan benar

#### B. Alat dan bahan

Meja dan penggaris



#### C. Petunjuk Kerja

1. Ukurlah panjang dan lebar meja sebuah meja dengan jengkal tangan anda (jengkal = jarak ujung ibu jari sampai ujung jari kelingking). Tulislah hasilnya dalam tabel. Lakukan hal yang sama untuk teman anda.
2. Mintalah pada teman sebangku anda untuk melakukan hal yang sama. Catat hasilnya.
3. Ukurlah panjang dan lebar meja sebuah meja dengan hasta tangan anda (hasta = jarak siku sampai ujung jari). Lakukan hal yang sama untuk teman anda.
4. Lakukan kegiatan 1 dan 2, tetapi dengan menggunakan alat ukur penggaris/mistar plastik anda dan teman anda. Catat hasilnya dan bandingkan pengukuran anda dengan teman sebangku anda.

#### D. Pertanyaan

Bandingkan dengan hasil pengukuran teman sebangkumu, apa yang dapat Anda simpulkan? Jelaskan !

**Tabel 1.5 Hasil Pengukuran Panjang Meja**

Alat ukur	Panjang meja
Jengkal anda	.....jengkal
Jengkal teman anda	.....jengkal
Hasta anda	..... hasta
Hasta teman anda	..... hasta
Mistar (pengukuran anda)	.....cm
Mistar (pengukuran teman anda)	.....cm



Sumber : <https://www.merdeka.com>  
Gambar 1. 11 K. Mishbachul Munir

Mishbachul Munir Yasin lahir di Magelang, 21 April 1942 M atau tepatnya tanggal 5 Rabiul Akhir 1361 H pada Selasa Pahing. Beliau lahir dari pasangan Kiai Yasin dan Nyai Yasin binti KH. Abdul Rasyid binti KH. Ahad Ansor. K.Mishbach aktif di lembaga sosial keagamaan Nahdlatul Ulama Wilayah Jawa Tengah dan sebagai pendiri Pondok Pesantren “Markazul Falakiyyah”.

Banyak sekali karya-karya yang telah dihasilkan oleh K. Mishbachul Munir. Di antara kitab karangan Beliau adalah Risalah al-Falakiyyah, Tsamroh al-Falakiyyah, Minhaj al-Roshodin, Markaz al Falakiyyah, dll.



Sumber : <http://www.imgrum.org>  
Gambar 1. 12 Jam Bencet

Mishbachul Munir pertama kali membuat Jam Bencet pada tahun 1972 berdasarkan pengaplikasian dari rubu<sup>o</sup> mujayyab. Oleh sebab itu, waktu shalat dalam jam bencet mengacu pada perhitungan waktu salat dalam rubu<sup>o</sup> mujayyab, terutama untuk waktu salat Magrib, Isya<sup>o</sup>, dan Subuh karena pada saat tersebut Matahari tidak mungkin bersinar. Sosok Mbah Munir adalah salah satu pakar ilmu falak yang sudah kurang lebih 40 tahun malang melintang dari ponpes satu ke ponpes lainnya untuk menimba ilmu sebagai ahli ilmu falak bertaraf Internasional.

#### 4. Dimensi

Dimensi suatu besaran merupakan hubungan antara besaran itu dengan besaran-besaran pokok. Analisis dimensional dapat kita gunakan untuk mengetahui besaran-besaran turunan yang mempunyai besaran sama dan untuk menganalisis benar atau tidak suatu persamaan atau rumus.

Dimensi suatu besaran ditulis dengan huruf besar atau kapital dan diberi kurung persegi untuk mengetahuinya. Cobalah Anda perhatikan tabel 1.6. Dalam tabel tersebut, dituliskan dimensi besaran pokok dan besaran tambahan.

Tabel 1.6 Lambang Satuan, Dimensi Besaran Pokok, dan Besaran Tambahan

Besaran pokok	Satuan	Simbol Satuan	Dimensi
Panjang	Meter	M	[L]
Massa	Kilogram	Kg	[M]
Waktu	Sekon	S	[T]
Suhu	Kelvin	K	[ $\theta$ ]
Arus Listrik	Ampere	A	[I]
Intensitas Cahaya	Kandela	Cd	[J]
Jumlah Zat	Mol	Mol	[N]

Besaran tambahan	Satuan	Simbol Satuan	Dimensi
Sudut datar	Radian	Rad	-
Sudut ruang	Steradian	Sr	-

Tabel 1.7 Contoh Lambang Dimensi Besaran Turunan

Besaran	Rumus	Satuan SI	Dimensi
Luas	Panjang x panjang	m <sup>2</sup>	[L] <sup>2</sup>
Volume	Panjang x lebar x tinggi	m <sup>3</sup>	[L] <sup>3</sup>
Massa jenis	Massa : volume	kg m <sup>-3</sup>	[M][L] <sup>-3</sup>
Kecepatan	Panjang : waktu	m s <sup>-1</sup>	[L][T] <sup>-1</sup>
Percepatan	Kecepatan : waktu	m s <sup>-2</sup>	[L][T] <sup>-2</sup>
Gaya	Massa x percepatan	kg m s <sup>-2</sup> = N	[M][L][T] <sup>-2</sup>
Usaha	Gaya x perpindahan	kg m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> = J	[M][L] <sup>2</sup> [T] <sup>-2</sup>
Tekanan	Gaya : luas	kg m <sup>-1</sup> s <sup>-2</sup> =Pa	[M][L] <sup>-1</sup> [T] <sup>-2</sup>
Daya	Usaha : waktu	kg m <sup>2</sup> s <sup>-3</sup> =W	[M][L] <sup>2</sup> [T] <sup>-3</sup>
Impuls	Gaya x waktu	kg m s <sup>-1</sup> =Ns	[M][L][T] <sup>-1</sup>
Momen inersia	Massa x jarak x jarak	kg m <sup>2</sup>	[M][L] <sup>2</sup>
Momen Gaya	Gaya x lengan	kg m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>	[M][L] <sup>2</sup> [T] <sup>-2</sup>
Momentum sudut	Jarak x massa x kecepatan	kg m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	[M][L] <sup>2</sup> [T] <sup>-1</sup>

## B. PENGUKURAN

Anda mungkin masih menggunakan alat tradisional untuk mengukur besaran. Misalnya **tombak** digunakan orang Jawa Barat untuk mengukur panjang. Bahkan ada yang masih menggunakan lengan mereka. Di daerah Sumatera Utara pun juga masih menggunakan alat ukur daerah yaitu **Mayam** untuk mengukur massa benda. Bagaimana dengan alat ukur di tempat anda, apakah juga masih ada alat ukur daerah setempat? Kegiatan membandingkan suatu besaran dengan alat tertentu dan memiliki satuan di sebut **pengukuran**.

### 1. Angka penting

Angka penting adalah semua angka yang diperoleh dari hasil pengukuran, termasuk angka terakhir yang ditaksirkan (diperkirakan).

#### a. Aturan penulisan angka penting

Untuk mengidentifikasi apakah suatu angka termasuk angka penting atau bukan, perhatikan aturan berikut:



**Angka Penting** adalah angka hasil pengukuran, **Bilangan Eksak** adalah bilangan yang sudah pasti (tidak diragukan lagi nilainya).

**Keterangan :**

Tanda “\_” dibawah angka menyatakan angka taksiran.

- 1) Semua angka bukan nol adalah angka penting.  
Contoh : 141,5 m memiliki 4 angka penting  
27,3 m memiliki 3 angka penting
- 2) Semua angka nol yang terletak di antara angka-angka bukan nol termasuk angka penting.  
Contoh : 340,41 Kg memiliki 5 angka penting  
5,007 Kg memiliki 4 angka penting
- 3) Semua angka nol di sebelah kanan angka bukan nol tanpa desimal tidak termasuk angka penting, kecuali diberi tanda khusus garis bawah termasuk angka penting.  
Contoh : 53.000 m<sup>2</sup> memiliki 2 angka penting  
530.000 m<sup>2</sup> memiliki 4 angka penting
- 4) Semua angka nol terletak di sebelah kiri angka bukan nol tidak termasuk angka penting.  
Contoh : 0,0053 detik memiliki 2 angka penting  
0,000703 detik memiliki 3 angka penting

5) Semua angka nol di belakang angka bukan nol yang terakhir tetapi di belakang tanda desimal adalah angka penting.

Contoh :  $7,0500 \text{ m}^2$  memiliki 5 angka penting

$70,5000 \text{ m}^2$  memiliki 6 angka penting

6) Untuk penulisan notasi ilmiah, misalnya  $2,5 \times 10^3 \text{ Kg}$ , bilangan  $10^3$  disebut orde, sedangkan 2,5 merupakan mantisa, dilihat dari mantisanya, angka di atas memiliki 2 angka penting.

Contoh :  $2,34 \times 10^2 \text{ Kg}$  memiliki 3 angka penting

### **b. Pembulatan angka penting**

Angka penting dapat dibulatkan sampai memuat sejumlah angka penting yang diinginkan dengan cara menghilangkan satu atau lebih angka di belakangnya. Aturan pembulatannya adalah sebagai berikut :

1) Angka yang lebih besar dari pada 5 dibulatkan ke atas.

Contoh : angka 52,527 dibulatkan menjadi 52,53

2) Angka yang lebih kecil dari pada 5 dibulatkan ke bawah.

Contoh : angka 24,674 dibulatkan menjadi 24,67

3) Angka yang tepat sama dengan 5 dibulatkan ke atas apabila sebelumnya ganjil dan dibulatkan ke bawah jika genap.

Contoh : angka 24,235 dibulatkan menjadi 24,24

angka 24,225 dibulatkan menjadi 24,22

### **c. Operasi angka penting**

#### **1) Penjumlahan dan pengurangan dengan angka penting**

Hasil penjumlahan dan pengurangan hanya mempunyai satu bilangan yang di ragukan (angka perkiraan). Jika seluruh bilangan tidak digaris bawahi, angka terakhir adalah angka yang di ragukan.

a)  $25\overline{3}00 \text{ m}$  (angka 3 diragukan)

$414\overline{0} \text{ m}$  (angka 0 diragukan)

\_\_\_\_\_ +

$29\overline{4}4\overline{0} \text{ m}$  mempunyai dua angka di ragukan karena hasil akhir harus mempunyai satu bilangan yang di ragukan, bilangan tersebut di bulatkan menjadi 29.400 g



Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

Jumlahkan !

1)  $152,22\overline{7} \text{ cm}$

$22,5\overline{0} \text{ cm}$

+

2)  $2,74 \times 10^4 \text{ g}$  dan  $5,950 \times 10^3 \text{ g}$

Kurangkan !

1)  $468,39 \text{ m}$  dengan  $412 \text{ m}$

2)  $532,46\overline{7} \text{ cm}$  dengan  $15,300 \text{ cm}$

b)  $4\bar{3}0$  g

$$\begin{array}{r} 22\bar{5} \text{ g} \\ \hline \end{array}$$

$17\bar{5}$  g hasil akhir dibulatkan menjadi 180 g (satu angka diragukan).

## 2) Perkalian dan pembagian dengan bilangan penting

Hasil perkalian, dan pembagian mempunyai angka penting yang sama dengan banyak angka penting dari faktor yang angka pentingnya paling sedikit.

Contoh :

- a)  $3,14$  Kg (3 angka penting)  
 $2$  m/s (1 angka penting)  
\_\_\_\_\_ x  
 $6,28$  Kg m/s hasil akhir dibulatkan  
menjadi 6 (satu angka penting)
- b)  $28,68$  Kg (4 angka penting)  
 $1,3$  m (2 angka penting)  
\_\_\_\_\_ :  
 $22,0615$  Kg/m hasil akhir dibulatkan  
menjadi 22 (dua angka penting)



Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

Kalikan !

- 1)  $0,323$  cm X  $2,5$  cm
- 2)  $0,534$  cm X  $5,2$  cm

Bagilah !

- 1)  $4,554 \times 10^5 \text{ m}^3 : 3,00 \times 10^2 \text{ m}^3$
- 2)  $52500 \text{ g} : 2,4 \text{ cm}^3$

- c) Perkalian bilangan eksak dengan angka hasil pengukuran menghasilkan angka yang jumlah angka pentingnya sama dengan jumlah angka penting dari angka hasil pengukuran.

Contoh :  $2,34$  m (3 angka penting) x 4 (eksak) =  $9,36$  m (3 angka penting)

- d) Penulisan hasil penaksiran suatu bilangan disesuaikan dengan jumlah angka penting yang ditarik akarnya.

Contoh :  $\sqrt{75}$  cm (2 angka penting) =  $8,6660254$  cm =  $8,7$  (2 angka penting)

## 2. Alat Ukur

Dalam kehidupan sehari-hari tanpa kita sadari sesungguhnya kita tidak pernah luput dari kegiatan pengukuran. Kita membeli minyak goreng, gula, beras, daging, mengukur tinggi badan, menimbang berat, mengukur suhu tubuh merupakan bentuk aktivitas pengukuran. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pengukuran merupakan bagian dari kehidupan manusia. Melalui hasil pengukuran kita bisa membedakan antara satu dengan yang lainnya.

Agar pengukuran memberikan hasil yang baik maka haruslah menggunakan alat ukur yang memenuhi syarat. Suatu alat ukur dikatakan baik bila memenuhi syarat yaitu

valid (sahih) dan reliable (dipercaya). Disamping kedua syarat di atas, ketelitian alat ukur juga harus diperhatikan. Semakin teliti alat ukur yang digunakan, maka semakin baik kualitas alat ukur tersebut.

Mengukur pada hakikatnya adalah membandingkan suatu besaran dengan suatu besaran yang sudah distandarkan. Pengukuran panjang dilakukan dengan menggunakan mistar, jangka sorong, dan mikrometer sekrup. Pengukuran massa menggunakan neraca dengan berbagai ketelitian, mengukur kuat arus listrik menggunakan amperemeter, mengukur waktu dengan stopwatch, mengukur suhu dengan termometer, intensitas cahaya dengan luxmeter, dan jumlah zat tidak dapat diukur langsung, tetapi mengukur massa terlebih dahulu. Mistar, jangka sorong, mikrometer sekrup, neraca, amperemeter, termometer, luxmeter merupakan alat ukur yang sudah distandarkan. Dengan menggunakan alat ukur yang sudah distandarkan, maka siapapun yang melakukan pengukuran, dimanapun pengukuran itu dilakukan, dan kapanpun pengukuran itu dilaksanakan akan memberikan hasil yang relatif sama.

### A. Pengukuran Panjang

Alat-alat ukur panjang yang dipakai untuk mengukur panjang suatu benda antara lain mistar, jangka sorong, dan mikrometer sekrup.

#### 1) Mistar (penggaris)



Sumber : pribadi  
Gambar 1.13 Membaca nilai dengan mistar

Mistar merupakan alat ukur panjang yang paling sederhana dan sudah lumrah dikenal orang. Ada dua jenis mistar yang sering digunakan, yaitu stik meter dan mistar metrik. Stik meter memiliki panjang 1 meter dan memiliki skala desimeter, sentimeter, dan milimeter. Mistar metrik memiliki panjang 30 sentimeter. Untuk mengukur mistar berskala terkecil 1 mm mempunyai ketelitian 0,5 mm. Ketelitian pengukuran menggunakan mistar adalah setengah nilai skala terkecilnya.

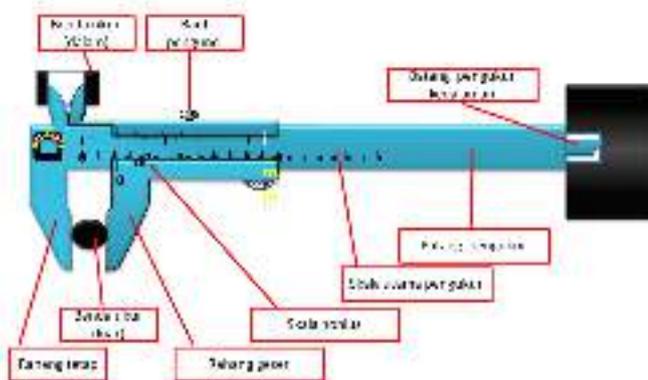
Untuk pengukuran dengan menggunakan mistar atau penggaris, kita harus membaca skala pada alat secara benar, yaitu posisi mata tepat di atas tanda yang akan dibaca. Posisi yang salah akan menyebabkan kesalahan baca atau kesalahan paralaks. (lihat gambar 1.8).

## 2) Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat yang digunakan untuk mengukur kedalaman, dan diameter luar maupun diameter dalam suatu benda dengan batas ketelitian 0,1 mm. Jangka sorong mempunyai dua rahang, yaitu rahang tetap dan rahang sorong. Pada rahang tetap dilengkapi dengan skala utama, sedangkan pada rahang sorong terdapat skala nonius atau skala vernier. Skala nonius mempunyai panjang 9 mm yang terbagi menjadi 10 skala dengan tingkat ketelitian 0,1 mm. Hasil pengukuran menggunakan jangka sorong berdasarkan angka pada skala utama ditambah angka pada skala nonius yang dihitung dari 0 sampai dengan garis skala nonius yang berimpit dengan garis skala utama.



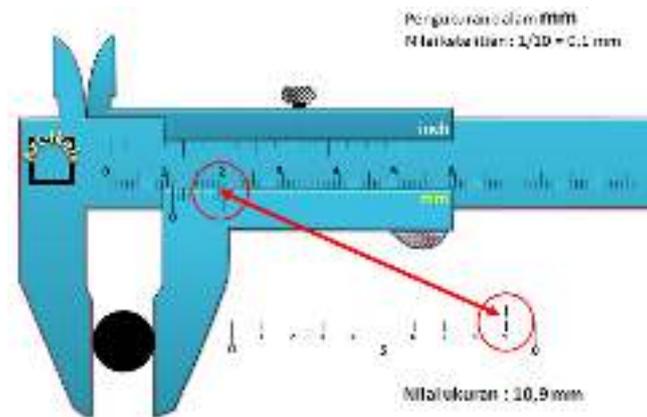
Sumber : <https://fjb.kaskus.co.id>  
Gambar 1.14 Jangka sorong



Sumber : <https://art-ikels.blogspot.co.id>  
Gambar 1.15 Bagian bagian Jangka sorong

Untuk menggunakan jangka sorong perlu diperhatikan langkah-langkah sebagai berikut.

- Periksa kedudukan skala nol dengan cara menutup rapat rahang tetap dan rahang sorong (geser), lalu lihatlah skala nol pada skala utama dan skala nonius! Jika garis pada angka nol skala nonius dan skala utama membentuk garis lurus, berarti jangka sorong tepat digunakan untuk pengukuran.
- Letakkan posisi benda pada tempat ukur yang sesuai.
- Untuk mencegah skala berubah-ubah pada saat pembacaan, kuncilah skala jangka sorong dengan memutar tombol di bagian atas jangka sorong!
- Bacalah angka yang tertera pada skala utama, yaitu satu angka di belakang koma. Kemudian lanjutkan membaca skala nonius dengan mencari garis angka yang segaris antara skala utamadan skala nonius, yaitu dua angka di belakang koma.
- panjang diameter dari benda dapat diperoleh menggunakan persamaan.  
Panjang diameter = pembacaan pada skala utama + NST Alat x garis skala pada skala nonius.



Sumber : <https://art-ikels.blogspot.co.id>  
 Gambar 1.16 Pembacaan skala jangka sorong

panjang diameter =  $10 + 0,1 \times 9$  mm

panjang diameter =  $10 + 0,9$  mm

panjang diameter = 10,9 mm

### 3) Mikrometer Sekrup

Mikrometer sekrup merupakan alat ukur ketebalan benda yang relatif tipis, misalnya kertas, seng, dan karbon. Pada mikrometer sekrup terdapat dua macam skala, yaitu skala tetap dan skala putar (nonius).



Sumber : <http://phece.web.unej.ac.id>  
 Gambar 1.17 Bagian bagian mikrometer sekrup



Sumber : <http://alatukur.web.id>  
 Gambar 1.18 Mikrometer sekrup digital

1) Skala tetap (skala utama) Skala tetap terbagi dalam satuan milimeter (mm). Skala ini terdapat pada laras dan terbagi menjadi dua skala, yaitu skala atas dan skala bawah.

2) Skala putar (skala nonius) Skala putar terdapat pada besi penutup laras yang dapat berputar dan dapat bergeser ke depan atau ke belakang. Skala ini terbagi menjadi 50 skala atau bagian ruas yang sama. Satu putaran pada skala ini menyebabkan skala

utama bergeser 0,5 mm. Jadi, satu skala pada skala putar mempunyai ukuran:  $\frac{1}{50} \times 0,5 \text{ mm} = 0,01 \text{ mm}$  Ukuran ini merupakan batas ketelitian mikrometer sekrup.

Contoh : berapa besar ketebalan kertas dengan menggunakan alat mikrometer sekrup ?



Sumber : Kopi ireng.com  
Gambar 1.19 Membaca nilai pada mikrometer sekrup

Ketebalan kertas dapat diketahui, lihat petunjuk warna merah pada gambar di samping :

Skala utama = 7,5 mm

Skala nonius = 22 mm x 0,01 mm  
= 0,22 mm

Panjang = 7,5 mm + 0,22 mm  
= 7,73 mm

Jadi tebal kertas sebesar 7,73 mm

## B. Pengukuran Massa

Besaran massa diukur menggunakan neraca. Neraca dibedakan menjadi beberapa jenis, seperti neraca analitis dua lengan, neraca Ohaus, neraca lengan gantung, dan neraca digital.

### 1) Neraca analitis dua lengan



Sumber : <https://upload.wikimedia.org>  
Gambar 1.20 Neraca analitis dua

Neraca analitis dua lengan berguna untuk mengukur massa benda, misalnya emas, batu, kristal benda, dan lain-lain. Batas ketelitian neraca analitis dua lengan yaitu 0,1 gram.

### 2) Neraca lengan gantung



Sumber : <http://fisikazone.com>  
Gambar 1.21 Neraca lengan gantung

Neraca lengan gantung berguna untuk menentukan massa benda, yang cara kerjanya dengan menggeser beban pemberat di sepanjang batang.

### 3) Neraca Ohaus



Sumber : <http://www.perpusku.com>  
Gambar 1.22 Neraca Ohaus

Neraca ohaus berguna untuk mengukur massa benda atau logam dalam praktek laboratorium. Kapasitas beban yang ditimbang dengan menggunakan neraca ini adalah 311 gram. Batas ketelitian neraca Ohaus yaitu 0,1 gram.

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

- Atur sistem pengatur khusus sehingga saat belum ada beban dan semua beban geser skala pada posisi nol, neraca berada dalam keadaan setimbang (penunjuk segaris dengan angka nol).
- Letakan benda atau zat yang akan diukur pada tempat beban.
- Atur beban geser pada skala sehingga neraca berada pada posisi setimbang (penunjuk segaris dengan angka nol acuan).
- Baca skala dengan cara menjumlahkan bacaan skala pada masing-masing lengan skala.
- Neraca ini mempunyai empat lengan skala, yaitu masing-masing dengan rentang bacaan 0 – 1,0 g, 0 – 10 g, 0 – 100 g, 0 – 200 g.

Contoh :



Sumber : <http://appnationconference.com>  
Gambar 1.23 Cara membaca neraca ohaus 4 lengan

Posisi beban geser pada lengan skala  
( 0 – 200 g ) = 100

Posisi beban geser pada lengan skala  
( 0 – 100 g ) = 80

Posisi beban geser pada lengan skala  
( 0 – 10 g ) = 4

Posisi beban geser pada lengan skala  
( 0 – 1,0 g ) = 0,55

Hasil pengukuran = ( 100 + 80 + 4 + 0,55 )

g = 184,55 g

Ketelitian alat = 0,01 g

Penulisan hasil akhir = ( 184,55 + 0,01 ) g

#### 4) Neraca digital



Sumber : <http://www.perpusku.com>  
Gambar 1.24 Neraca Digital

Neraca digital (neraca elektronik) di dalam penggunaannya sangat praktis, karena besar massa benda yang diukur langsung ditunjuk dan terbaca pada layarnya. Ketelitian neraca digital ini sampai dengan 0,001 gram.

### C. Pengukuran Waktu

Waktu merupakan besaran yang menunjukkan lamanya suatu peristiwa berlangsung. Berikut ini beberapa alat untuk mengukur besaran waktu.

1. **Stopwatch**, dengan ketelitian 0,1 detik karena setiap skala pada stopwatch dibagi menjadi 10 bagian. Alat ini biasanya digunakan untuk pengukuran waktu dalam kegiatan olahraga atau dalam praktik penelitian

2. **Arloji**, jam mekanis mendapat kekuatan dari sebuah berat yang jatuh bebas atau sebuah pegas yang harus diputar dari waktu ke waktu, semua arloji umumnya ketelitian 1 detik.. Jam-jam pasir telah digunakan sejak abad pertengahan. Kaca pasir ini masih sering digunakan sebagai penanda waktu merebus telur. Jam matahari adalah suatu jenis jam bayangan. Tongkat yang memberikn bayangan disebut *gnomon*, membaca waktu jam bayangan dengan melihat letak bayangan pada lempeng jam.



Sumber : <http://catherine.wikia.com>  
Gambar 1.25 Jenis jenis neraca untuk mengukur besaran waktu.

### Dacin Gantung



Sumber : <http://cianjurekspres.com>

Gambar 1.26: hasil panen petani padi saat di timbang dengandacin gantung

Orang awam sering menyamakan massa dengan berat. Dalam fisika, kedua istilah itu berbeda. *Massa* berkaitan dengan jumlah zat (materi) yang di kandung suatu benda, massa merupakan besaran skalar (besaran tidak memiliki arah, hanya nilai) satuan kilogram. Sedangkan, *berat* adalah gaya berarah ke pusat bumi yang dikerjakan oleh gravitasi bumi pada suatu benda, berat termasuk besaran vektor (besaran memiliki arah dan nilai ) satuan Newton.



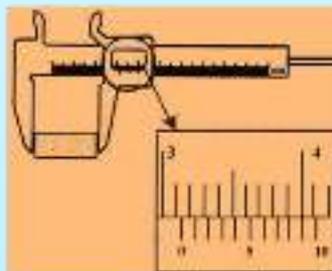
Sumber : <http://www.timbanganindonesia.com>

Gambar 1.26: modifikasi mobil-mobilan penimbang balita dengan menambahkan dacin di atasnya.

Dacin didefinisikan sebagai alat untuk menimbang sesuatu berupa tongkat yang diberi skala dilengkapi anak timbangan dan tempat menggantung barang. Cara kerja dacin gantung dengan menggeser beban pemberat di sepanjang batang. untuk menimbang hasil panen padi, buah, sayuran, dan berat balita.

Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

1. Apa yang kamu ketahui tentang alat ukur ?
2. Sebutkan alat ukur panjang dan nilai ketelitiannya ?
3. Apa perbedaan antara jangka sorong dan mikrometer sekrup? berikan tiga fungsi alat tersebut !
4. Apa perbedaan antara massa dan berat ?
5. Sebutkan satuan yang paling sesuai digunakan jika kamu akan mengukur
  - a. Plat besi untuk dibuat atap teras rumah
  - b. Hasil panen padi
  - c. Waktu saat memasak nasi goreng.
6. Sebuah balok diukur diameter dengan jangka sorong. Skala yang ditunjukkan dari hasil pengukuran tampak pada gambar. Besarnya hasil pengukuran adalah

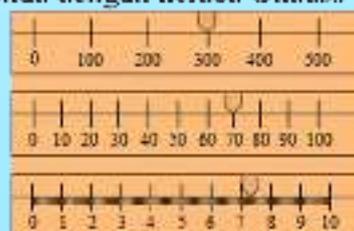


7. Pengukuran menggunakan jangka sorong pada skala utama menunjuk angka 33 mm dan pada skala nonius menunjuk angka 8. Berapakah hasil pengukurannya?
8. Perhatikan gambar berikut!



Supaya neraca menjadi seimbang, piringan di sebelah kanan ditambahkan anak timbangan yang massanya ?

9. Gambar berikut pengukuran massa benda dengan neraca Ohaus tiga lengan.



Nilai massa benda adalah ....

### Alat Ukur Beberapa Besaran

#### 1. Tujuan

Menggunakan mistar, jangka sorong, mikrometer sekrup, neraca, dan stopwatch dengan tepat.

#### 2. Alat dan bahan

Mistar, jangka sorong, mikrometer sekrup, neraca Ohaus, dan stopwatch.  
Buku, ring, kawat, batu.

#### 3. Petunjuk Kerja

1. Ukurlah panjang buku dengan menggunakan mistar, kemudian bandingkan dengan hasil pengukuran yang dilakukan teman sebangku Anda.
2. Gunakan jangka sorong untuk mengukur diameter dalam dan luar ring.
3. Gunakan mikrometer sekrup untuk mengukur ketebalan kawat.
4. Gunakan neraca Ohaus untuk mengukur massa suatu batu.
5. Gunakan stopwatch untuk mengukur waktu lari teman Anda dalam jarak 25.

#### 4. Pertanyaan

1. Bandingkan dengan hasil pengukuran teman sebangku Anda, apa yang dapat Anda simpulkan? Jelaskan !
2. Apakah Anda telah dapat menggunakan alat ukur dengan tepat ? jika ada kendala, jelaskan!
3. Lakukan survei di lapangan, alat timbangan apa saja yang banyak digunakan orang, apa namanya, berapa batas ukurnya, dan digunakan untuk menimbang apa ?
4. Data yang diperoleh diserahkan ke guru Anda!

### 3. Prinsip Pengukuran

Dalam penyelidikan untuk memahami dunia di sekitar kita, para ilmuwan mencari hubungan antara besaran fisika yang mereka teliti dan ukur. Pengukuran yang akurat merupakan bagian penting dari fisika. Ada ketidakpastian yang berhubungan dengan setiap pengukuran. Ketidakpastian muncul dari sumber yang berbeda. Pada saat mengamati atau mengukur sesuatu, sangat wajar jika terjadi kesalahan. Hal itu dapat terjadi karena pengaruh faktor internal atau faktor eksternal. Faktor internal adalah faktor yang berasal dari dalam pengamat. Adapun faktor eksternal adalah faktor yang berasal luar pengamat (alat pengukur).

#### a. Aspek-aspek pengukuran

Untuk mendapatkan pengukuran yang akurat, perlu diperhatikan beberapa aspek pengukuran, yaitu sebagai berikut:

##### 1. Kesalahan pengukuran

###### a. Ketepatan (akurasi)

Suatu aspek yang menyatakan tingkat pendekatan dari nilai hasil pengukuran alat ukur terhadap nilai benar  $x_0$ .

###### b. Ketidakpastian yang disebabkan oleh nilai skala terkecil pada alat ukur yang berarti bahwa alat ukur memiliki keterbatasan.

###### c. Keteledoran atau keterbatasan keterampilan orang yang melakukan pengukuran dalam mengukur dan menggunakan alat ukur.

##### 2. Kesalahan sistematis

###### a. Kesalahan kalibrasi (alat), yaitu kesalahan yang terjadi karena cara memberi nilai skala pada saat pembuatan alat tidak tepat, sehingga berakibat setiap kali alat digunakan suatu kesalahan melekat pada hasil pengukuran. Kesalahan ini dapat diatasi dengan mengkalibrasi ulang alat terhadap alat standar.

###### b. Kesalahan titik nol, kesalahan ini terjadi karena titik nol skala tidak tepat berimpit dengan titik nol jarum penunjuk atau kegagalan mengembalikan jarum penunjuk ke nol sebelum melakukan pengukuran. Kesalahan ini dapat diatasi dengan melakukan koreksi pada penulisan hasil pengukuran.

###### c. Kesalahan komponen alat, misalnya pada alat ukur yang memiliki pegas, terjadi karena makin lama dipakai pegas semakin lemah atau terjadi gesekan antara jarum dengan bidang skala.

d. Kesalahan pandangan/paralak, kesalahan ini timbul apabila pada waktu membaca skala, mata pengamat tidak tegak lurus di atas jarum penunjuk/skala. Keadaan saat bekerja, pemakaian alat dalam keadaan yang berbeda dengan keadaan pada waktu alat dikalibrasi (pada suhu, tekanan, dan kelembapan udara yang berbeda) akan menyebabkan terjadinya kesalahan. Kesalahan sistematik menyebabkan hasil yang diperoleh menyimpang dari hasil yang sebenarnya dan simpangan ini mempunyai arah tertentu.

### 3. Kesalahan acak

Kesalahan acak merupakan kesalahan yang tidak bisa disengaja dan tidak dapat segera kita ketahui, misalnya fluktuasi tegangan listrik (kadang naik turun), juga dapat merusak peralatan listrik.

## b. Ketidakpastian mutlak dan ketidakpastian relatif

### 1. Ketidakpastian mutlak

Ketidakpastian mutlak berhubungan dengan ketepatan pengukuran bahwa makin kecil ketidakpastian mutlak, makin tepat pengukuran tersebut. Ketepatan (presisi) adalah suatu aspek pengukuran yang menyatakan kemampuan alat ukur untuk memberikan hasil pengukuran sama pada pengukuran berulang. Suatu alat ukur dikatakan memiliki presisi tinggi bila dipakai pada pengukuran berulang yang memberikan hasil yang tidak banyak berubah. Untuk mengetahui ketepatannya adalah:

$$1 - \frac{\Delta x}{x}$$

$$\Delta x = |x_i - \bar{x}|$$

dengan:

$\Delta x$  = ketidakpastian mutlak

$x$  = pengukuran tunggal

$x_i$  = pengukuran ke-1, ke-2, ke-3, dst

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

### 2. Ketidakpastian relatif

Ketidakpastian relatif berhubungan dengan ketelitian pengukuran yaitu makin kecil ketidakpastian relatif, makin tinggi ketelitian pengukuran tersebut. Ketelitian

(akurasi) adalah suatu aspek yang menyatakan tingkat pendekatan dari nilai hasil pengukuran alat ukur dengan hasil pengukuran sebenarnya  $x_0$ .

Ketidakpastian relatif adalah:

$$\frac{\Delta x}{x_0} \times 100\%$$

Ketelitian (%) = 100% - ketidakpastian relatif

### 3. Pengolahan Data pada Pengukuran Tunggal dan Berulang

a) Pengukuran tunggal adalah pengukuran yang dilakukannya satu kali saja.

Penulisan hasil pengukurannya adalah:

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times \text{nilai skala terkecil (nst)}$$

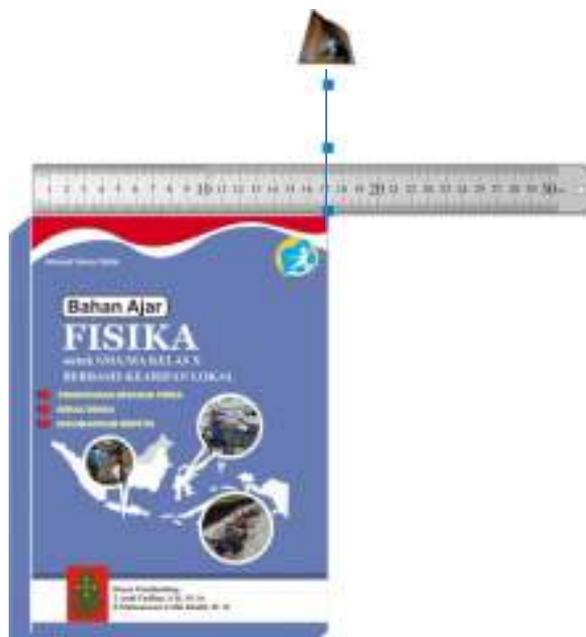
$$x = x_0 \pm \Delta x$$

dengan:

$x$  = pengukuran tunggal

Contoh :

Panjang buku diukur dengan mistar dengan jarum penunjuk (tebal) seperti gambar di bawah, maka hasil penukurannya adalah :



Sumber : pribadi

Gambar 1.27 Mengukur tebal buku dengan mistar

*Penyelesaian*

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times \text{nst mistar}$$

$$\begin{aligned} \Delta x &= \frac{1}{2} \times 1 \text{ mm} \\ &= 0,5 \text{ mm} = 0,05 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$x = x_0 \pm \Delta x = 17 \pm 0,05 \text{ cm}$$

b) Pengukuran berulang adalah pengukuran yang dilakukan lebih dari satu kali yaitu lima atau sepuluh kali pengukuran. Penulisan hasil pengukurannya adalah:

$$x = \bar{x} \pm \Delta x$$

dengan :  $x$  = pengukuran berulang

$$\bar{x} = \sum \frac{x_i}{n} \text{ hasil rata-rata pengukuran berulang}$$

$x_i$  = pengukuran ke - 1, ke - 2, ke - 3, dst

$n$  = banyaknya pengukuran yang dilakukan

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

dengan:

$\Delta x$  = ketidakpastian/ketelitian

Contoh:

Sebuah pengukuran berulang panjang suatu besaran fisika menghasilkan: 10,1 ; 10,3 ; 10,3 ; 10,4 ; 10,4 ; 10,5 ; 10,6 ; 10,6 ; 10,6 ; 10,7 (cm). Berapakah hasil pengukuran beserta ketidakpastiannya?

Agar lebih mudah maka bisa dituliskan dalam bentuk tabel:

Tabel 1.8 Hasil Pengukuran Berulang			
N	$x_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	10,1	0,35	0,1225
2	10,3	0,15	0,0225
3	10,3	0,15	0,0225
4	10,4	0,05	0,0025
5	10,4	0,05	0,0025
6	10,5	0,05	0,0025
7	10,6	0,15	0,0225
8	10,6	0,15	0,0225
9	10,6	0,15	0,0225
10	10,7	0,25	0,0625
$\Sigma x$	<b>104,5</b>		<b>0,305</b>
$\Sigma \bar{x}$	<b>10,45</b>		

Maka rata-ratanya adalah:

$$\bar{x} = \frac{104,5}{10} = 10,45 \text{ cm}$$

Ketidakpastian adalah:

$$\begin{aligned}\Delta x &= \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{(n - 1)}} \\ &= \sqrt{\frac{0,305}{(10 - 1)}} \\ &= 0,184 \text{ cm}\end{aligned}$$

Sehingga hasil pengukurannya =  $10,45 \pm 0,184$  cm

#### 4. Besaran Skalar dan Besaran Vektor

Selain dikelompokkan menjadi besaran pokok dan besaran turunan, besaran fisika juga dapat dikelompokkan menjadi besaran skalar dan besaran vektor.

##### a. Besaran skalar

Besaran yang memiliki besar (nilai), tetapi tidak memiliki arah disebut besaran skalar. Contohnya waktu, volume, massa jenis, dan suhu. Dalam rumus ataupun perhitungan, variabel besaran vektor diwakili oleh huruf yang dicetak miring (*italic*), misalnya  $V$  untuk volume,  $\rho$  untuk massa jenis, dan  $T$  untuk suhu.

##### b. Besaran vektor

Besaran yang memiliki besar dan arah disebut besaran vektor, misalnya gaya, kecepatan, dan percepatan, momentum. Dalam pembahasannya, suatu besaran vektor dinyatakan dengan anak panah, misalnya  $\vec{a}$  atau  $\vec{F}$ . Bagaimana dengan besar vektor? Besar suatu vektor biasanya ditulis dengan menggunakan tanda harga mutlak, misalnya  $|\vec{a}|$  atau  $|\vec{F}|$  atau berupa tanda panah.

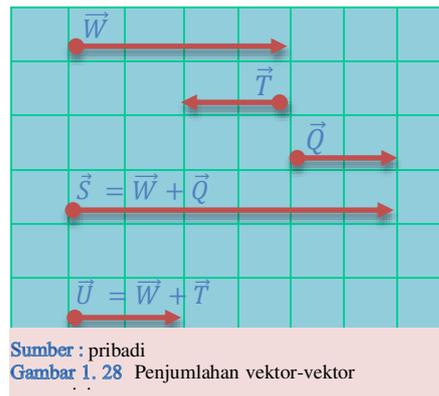
##### c. Aljabar Vektor

###### 1) Penjumlahan vektor

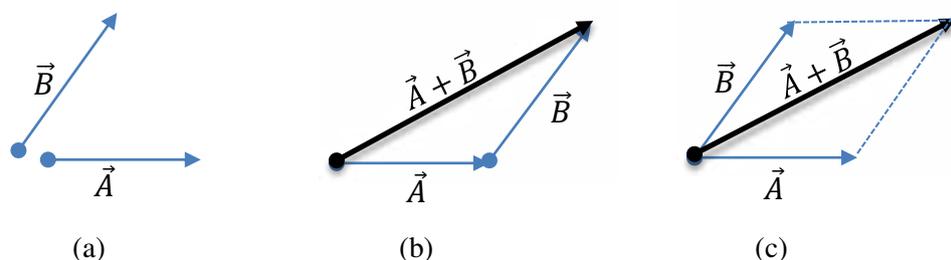
Andaikan dua vektor (misalnya  $\vec{W}$  dan  $\vec{Q}$ ) yang saling sejajar dijumlahkan, ada dua kemungkinan hasil penjumlahan kedua vektor itu. Pertama, jika arah kedua vektor sama, maka hasil penjumlahannya

(misalnya disebut  $\vec{S}$ ) searah dengan  $\vec{W}$  ataupun  $\vec{Q}$ . Panjang vektor hasil penjumlahannya merupakan panjang kedua vektor tadi,  $\vec{S} = \vec{W} + \vec{Q}$ .

Kedua, jika arah kedua vektor berlawanan, maka vektor hasil penjumlahannya searah dengan vektor yang lebih panjang. Panjang vektor hasil penjumlahannya itu merupakan selisih panjang kedua vektor tadi,  $\vec{U} = \vec{W} + \vec{T}$ .



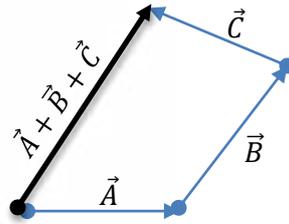
Bagaimana jika vektor yang dijumlahkan tidak saling sejajar? Hasil penjumlahan dua vektor yang tidak sejajar dapat ditentukan dengan metode segitiga maupun metode jajargenjang.



Sumber : pribadi  
Gambar 1. 29 Penjumlahan vektor-vektor tidak sejajar

Gambar 1.29 menjelaskan (a) vektor  $\vec{A}$  dan vektor  $\vec{B}$ . (b) metode segitiga untuk menentukan vektor hasil penjumlahan antara vektor  $\vec{A}$  dan vektor  $\vec{B}$ . (c) metode jajargenjang untuk menentukan vektor hasil penjumlahan antara vektor  $\vec{A} + \vec{B}$ .

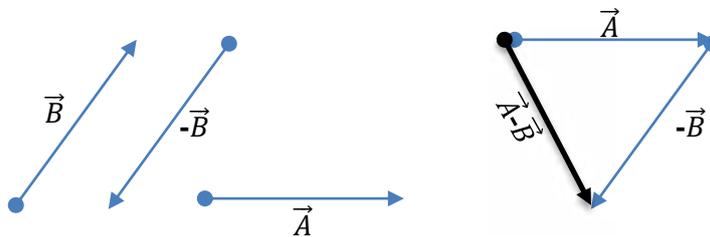
Jika operasi penjumlahan melibatkan lebih dari 2 vektor, maka kita dapat menggunakan poligon seperti contoh berikut.



Sumber : pribadi  
 Gambar 1. 30 Penjumlahan vektor metode poligon

## 2) Pengurangan vektor

Secara prinsip, hasil pengurangan vektor  $\vec{A}$  oleh vektor  $\vec{B}$  sama dengan hasil penjumlahan antara vektor  $\vec{A}$  dengan lawan vektor  $\vec{B}$ . Jadi, berlaku  $\vec{A}-\vec{B} = \vec{A}+(-\vec{B})$ , perhatikan gambar di bawah ini!



Sumber : pribadi  
 Gambar 1. 31 Pengurangan vektor

Gambar 1.31 menjelaskan hasil pengurangan vektor  $\vec{A}$  oleh vektor  $\vec{B}$  sama dengan hasil penjumlahan antara vektor  $\vec{A}$  dan lawan vektor  $\vec{B}$ .

## 3) Menentukan panjang dan arah vektor resultan

Ada dua metode yang bisa digunakan, yaitu metode grafis dan metode analitik. Diasumsikan panjang kedua vektor dan sudut antara kedua vektor sudah diketahui.

### a) Metode grafis



Sumber : <https://www.dreamstime.com>  
 Gambar 1.32 Mistar dan busur derajat sangat membantu dalam menentukan besar dan arah vektor dengan metode grafis.

Metode grafis memerlukan sketsa yang tepat skalanya, baik perbandingan besar kedua vektor maupun sudut antara keduanya. Dalam hal ini, kita perlu menggunakan mistar dan busur derajat.

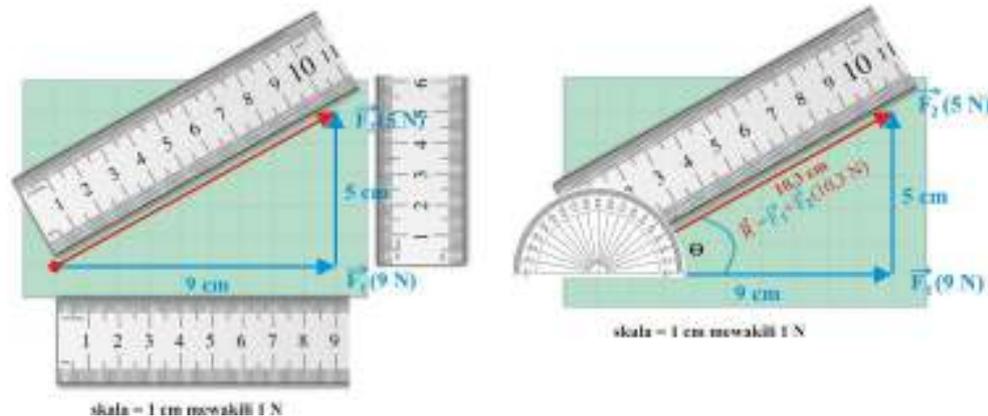
Setelah kedua vektor digambar dengan skala dan kemiringan yang tepat, barulah kita tetapkan metode segitiga, jajar

genjang, poligon untuk melukis skema vektor resultannya.

Selanjutnya, panjang vektor resultan diukur menggunakan mistar dan hasilnya dikonversi berdasarkan skalanya, diperoleh panjang vektor resultan.

Contoh :

Dua vektor gaya ( $\vec{F}_1$  dan  $\vec{F}_2$ ) yang berturut-turut besarnya 9 N dan 5 N. Gambarkan vektor resultan dan tentukan besar resultan kedua gaya dengan metode grafis!



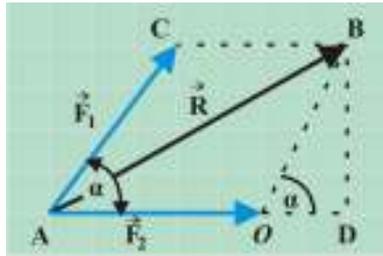
Sumber : Pribadi  
Gambar 1.33 Mengukur besar resultan arah vektor dengan metode grafis.

Setelah mendapatkan vektor resultan,  $\vec{R}$ . Yang merupakan jumlah vektor  $\vec{F}_1$  dan  $\vec{F}_2$ , kemudian ukur panjang resultan dengan menggunakan mistar dan diperoleh panjang 10,3 cm. Karena 1 cm mewakili 1 N, maka besar vektor resultan  $\vec{R}$  adalah 10,3 N. Adapun arah resultan dapat kita nyatakan dengan busur derajat yang dibentuknya terhadap arah horizontal ( $\theta$ ), berdasarkan gambar terlihat bahwa  $\theta = 29^\circ$ . Jadi, vektor resultan antara vektor  $\vec{F}_1$  dan  $\vec{F}_2$  adalah  $\vec{R}$  yang besarnya 10,3 N dengan arah membentuk sudut  $29^\circ$  terhadap arah horizontal.

### b) Metode analitik

Metode analitik menggunakan perhitungan rumus. Kadang sketsa juga diperlukan, tetapi tidak perlu mematuhi skala karena nantinya rumuslah yang digunakan. Sketsa hanya diperlukan untuk membantu pemahaman. Andaikan diketahui dua vektor:  $\vec{F}_1$  dan  $\vec{F}_2$

Dengan sudut antara keduanya sebesar  $\alpha$ . Panjang resultan kedua vektor itu  $\vec{R}$  dapat ditentukan secara analitik, yaitu dengan cara perhatikan gambar di bawah sebagai berikut:



Sumber : pribadi  
Gambar 1.34 Resultan vektor

Perhatikan  $\triangle ADB$  dan  $\triangle ODB$

$$AB^2 = AD^2 + DB^2 \text{ dan } OD = OB \cos \alpha$$

Berdasarkan kedua persamaan di atas diperoleh

$$\begin{aligned} AB^2 &= (AO + OD)^2 + DB^2 \\ &= AO^2 + 2AO \cdot OD + OD^2 + DB^2 \\ &= AO^2 + 2AO \cdot OB \cos \alpha + OD^2 + DB^2 - OD^2 \\ &= AO^2 + 2AO \cdot OB \cos \alpha + OB^2 \end{aligned}$$

Dalam hal ini  $AB = R$ ,  $AO = \vec{F}_2$ , dan  $OB = AC = \vec{F}_1$

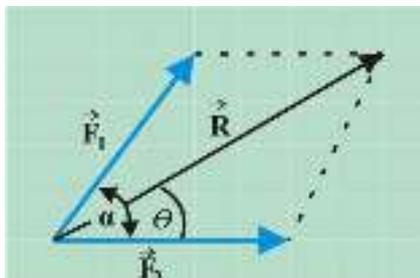
Jadi, persamaan resultan dua vektor yang membuat sudut  $\alpha$  adalah

$$|\vec{R}| = \sqrt{|\vec{F}_1|^2 + |\vec{F}_2|^2 + 2|\vec{F}_1||\vec{F}_2| \cos \alpha}$$

Atau dapat juga ditulis

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$$

### c) Arah vektor resultan



Sumber : pribadi  
Gambar 1.35 Penjumlahan dua vektor

Perhatikan gambar di samping. Sudut  $\alpha$  adalah sudut apit vektor  $\vec{F}_1$  dengan  $\vec{F}_2$ . Sudut  $\theta$  adalah sudut arah vektor resultan  $\vec{R}$  terhadap sumbu  $\vec{F}_2$ . Sudut  $\theta$  dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$\frac{R}{\sin \alpha} = \frac{F_1}{\sin \theta}$$

$$\sin \theta = \frac{F_1}{R} \sin \alpha$$

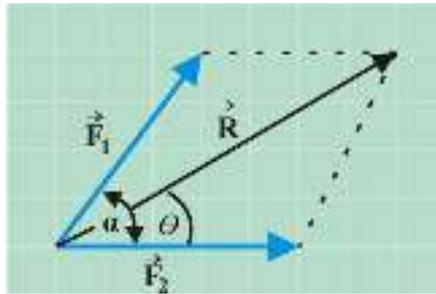
Contoh: dua buah vektor gaya  $\vec{F}_1$  dan  $\vec{F}_2$  sama besar yaitu 30 N bertitik tangkap sama dan saling mengapit sudut  $60^\circ$ . Berapakah panjang resultan dan arah vektor resultan (sudut  $\theta$ ) tersebut?

*Penyelesaian*

Diketahui : Jika  $F_1$  dan  $F_2 = 30$  N

Sudut  $\alpha = 60^\circ$

Ditanya : Besar resultan dan arah vektor  $\vec{R}$  sudut  $\theta$  ?



Penyelesaian

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$$

$$R = \sqrt{30^2 + 30^2 + 2 \cdot 30 \cdot 30 \cos 60^\circ}$$

$$R = \sqrt{900 + 900 + 1800 \cdot \frac{1}{2}}$$

$$R = \sqrt{1800 + 900}$$

$$R = \sqrt{2700}$$

$$R = \sqrt{900 \cdot 3}$$

$$R = \sqrt{900} \cdot \sqrt{3}$$

$$R = 30\sqrt{3} \text{ N}$$

$$\sin \theta = \frac{F_1}{R} \sin \alpha$$

$$\sin \theta = \frac{30}{30\sqrt{3}} \sin 60^\circ$$

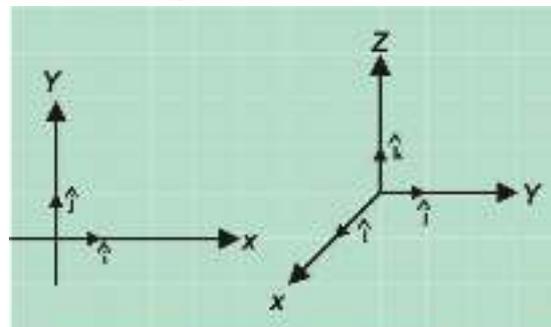
$$\sin \theta = \frac{30 \sqrt{3}}{30\sqrt{3} \cdot 2}$$

$$\sin \theta = \frac{1}{2}$$

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

$$\theta = 30^\circ$$

#### d) Vektor satuan dan vektor posisi



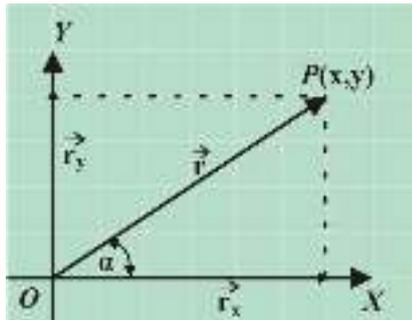
a. Vektor satuan pada bidang      b. Vektor satuan pada ruang

Sumber : pribadi

Gambar 1.36 Vektor satuan bidang dan ruang

Vektor satuan adalah vektor yang panjangnya satu satuan dengan arah tertentu. Perhatikan gambar di samping, vektor satuan searah pada sumbu  $X$  adalah di simbolkan dengan  $\hat{i}$ , pada sumbu  $Y$  adalah di simbolkan dengan huruf  $\hat{j}$ , dan pada sumbu  $Z$  adalah di simbolkan dengan huruf  $\hat{k}$ .

Vektor posisi adalah sebuah vektor yang pangkalnya terletak di pusat koordinat, sedangkan ujungnya terletak di suatu titik pada bidang koordinat. Jika sebuah titik materi  $P(x,y)$  mempunyai vektor posisi  $\vec{r}$ , dapat diuraikan seperti gambar di bawah.



Sumber : pribadi  
Gambar 1.37 Vektor posisi titik P

Contoh :

Vektor posisi  $\vec{G}$  yang ujungnya di titik (5,10) dapat dinyatakan dengan  $\vec{G}=5\hat{i} + 10\hat{j}$

$\vec{r}_x$  = vektor komponen  $\vec{r}$  pada sumbu X

$\vec{r}_y$  = vektor komponen  $\vec{r}$  pada sumbu Y

vektor posisi titik  $P(x,y)$  adalah  $\vec{r}$

$$\vec{r} = \vec{r}_x + \vec{r}_y$$

dengan  $\vec{r}_x = x\hat{i}$  dan  $\vec{r}_y = y\hat{j}$

dengan demikian, vektor posisi  $\vec{r}$  ditulis

$$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$$

adapun vektor posisi dalam ruang tiga dimensi dapat ditulis sebagai berikut:

$$\vec{r} = \vec{r}_x + \vec{r}_y + \vec{r}_z$$

$$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$$

Panjang vektor posisi dapat ditentukan berdasarkan panjang komponen horizontal dan komponen vertikalnya menggunakan rumus pythagoras. Panjang vektor  $\vec{r}$  dapat dinyatakan dengan:

$$r = \sqrt{r_x^2 + r_y^2} \text{ dalam bidang}$$

$$r = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + r_z^2} \text{ dalam ruang}$$

## GETEK



Sumber : <http://akumassa.org/id>

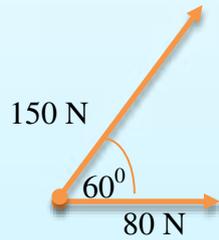
Gambar 1.38 Tukang penyebrang hendak menjemput penumpang di pinggir sungai

Getek atau rakit adalah susunan benda yang mengapung yang datar untuk perjalanan di atas air yang dikemudikan oleh orang. Getek dijaga mengapung menggunakan gabungan bahan ringan seperti kayu, tong tertutup, maupun ruang air dipompa.

Besaran vektor adalah besaran yang memiliki nilai dan arah. (contoh: perpindahan, kecepatan, percepatan, dan gaya). Getek yang semula arahnya dari  $\vec{A}$  ke  $\vec{C}$ , akan tiba di seberang sungai (vektor  $\vec{B}$ ). Semakin besar penyimpangan arus sungai, semakin jauh penyimpangan jalur yang akan dilalui oleh getek. Agar getek tetap sampai di vektor  $\vec{B}$ , pengemudi harus mengarahkan geteknya ke sebelah kiri menuju vektor  $\vec{B}$ . Saat getek menyebrangi sungai, maka kecepatan getek yang sebenarnya merupakan kecepatan gerak getek dan kecepatan air.

Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

1. Berdasarkan sketsa berikut, tentukan besar dan arah resultannya !

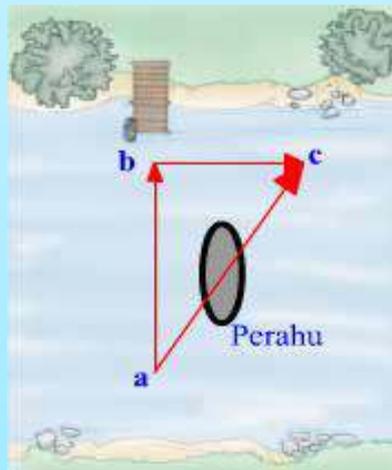


2. Gambarlah vektor-vektor berikut ini dalam koordinat Cartesius (konsep vektor posisi dan vektor satuan) dan tentukan panjang masing-masing vektor berikut !

a.  $\vec{F} = 12\hat{i} + 16\hat{j}$

b.  $\vec{G} = 12\hat{i} - 16\hat{j}$

3. Sebuah perahu menyeberangi sungai dengan lebar 100 m dengan kelajuan 4 m/s tegak lurus terhadap arah arus sungai. Jika air sungai mengalir dengan kecepatan  $3 \text{ m/s}^2$ , maka jarak tempuh perahu tersebut sampai di seberang sungai adalah . . . .



## Rangkuman

1. Fisika merupakan ilmu pasti yang didasarkan pada pengukuran besaran fisika sebagai cara untuk merumuskan dan membuktikan hukum-hukum fisika.
2. Pengukuran adalah membandingkan suatu besaran yang tidak kita ketahui dengan besaran standar yang sudah diketahui sebagai satuan.
3. Besar dari besaran fisika merupakan jumlah yang menyatakan berapa kali besaran standar terdapat dalam suatu besaran fisika tertentu.
4. Besaran yang tidak dapat diturunkan dari besaran lainnya atau diuraikan (dipecahkan) menjadi besaran lainnya yang lebih dasar disebut besaran pokok. Besaran yang diperoleh dari kombinasi dari satu atau lebih besaran pokok, disebut besaran turunan.
5. Pada Oktober 1960, satuan standar untuk pengukuran ditetapkan dan menghasilkan sistem Satuan Internasional (SI).
6. Analisis dimensi Dapat digunakan untuk membuktikan dua besaran fisika setara atau tidak. menentukan persamaan yang pasti salah atau mungkin benar.
7. Angka penting terdiri atas angka-angka pasti dan angka taksiran pertama yang sesuai dengan tingkat ketelitian alat ukur yang digunakan.
8. Untuk memperoleh hasil pengukuran yang akurat, perlu memperhatikan tingkat akurasi, kesalahan matematis, dan kesalahan acak.
9. Hasil perkalian atau pembagian mempunyai angka penting yang paling sedikit.
10. Penulisan hasil pengukuran tunggal adalah :  $x = x_0 \pm \Delta x$  .
11. Penulisan hasil pengukuran berulang adalah :  $x = \bar{x} \pm \Delta x$
12. Vektor digunakan untuk mewakili besaran vektor. Panjang vektor menunjukkan nilai besaran vektor, sedangkan arah anak panah menunjukkan arah besaran vektor.

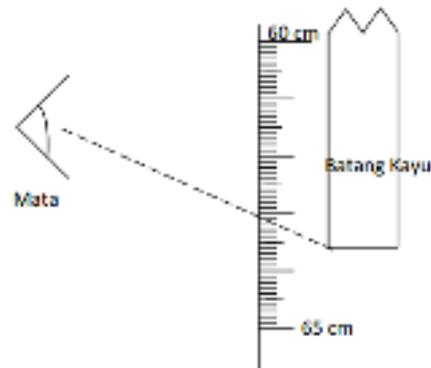
# Evaluasi Bab 1 Pengukuran Besaran Fisika

## Pilihan Ganda

Pilihlah Satu Jawaban Yang Tepat.

- Berikut ini yang merupakan satuan besaran pokok . . . .
  - Joule
  - Newton
  - Pascal
  - Kelvin
  - Kwh
- Besaran-besaran di bawah ini yang merupakan besaran pokok adalah . . . .
  - massa, panjang, luas
  - massa, panjang, jumlah zat
  - waktu, suhu, volume
  - kuat arus, tegangan, daya
  - gaya, percepatan, massa
- Sebuah pipa berbentuk silinder berongga dengan diameter dalam 1,5 mm dan diameter luar 2,2 mm. Alat yang tepat untuk mengukur diameter dalam pipa tersebut adalah . . . .
  - mistar
  - mikrometer sekrup
  - jangka sorong
  - Tachometer
  - Spirometer
- Tentukan dimensi torsi, jika torsi = gaya dikalikan lengan adalah . . . .
  - $[M][L][T]^{-2}$
  - $[M][L][T]^{-2}$
  - $[M][L]^2[T]^{-2}$
  - $[M]^2[L][T]^{-2}$
  - $[M]^{-2}[L]^2[T]^{-2}$
- Bilangan 0,00000023 bila dituliskan dalam notasi ilmiah menjadi . . . .
  - $23 \times 10^{-8}$
  - $2,3 \times 10^{-8}$
  - $0,2 \times 10^{-8}$
  - $2,3 \times 10^8$
  - $23 \times 10^8$

- Ahmad mengukur panjang sebatang kayu dengan menggunakan alat ukur mistar. Perhatikan gambar di bawah ini !



Ternyata Ahmad telah melakukan penyimpangan dalam membaca alat ukur. Berapakah pembacaan alat ukur yang sebenarnya dan kesalahan sistematis apa yang dilakukan oleh Ahmad . . . .

- 63,9 cm dan kesalahan kalibrasi
- 63,9 cm dan kesalahan acak
- 63,5 cm dan kesalahan titik nol
- 63,6 cm dan kesalahan paralak
- 63,5 cm dan kesalahan kalibrasi

- Perhatikan tabel di bawah ini !

No	Benda yang diukur	Alat ukur
1	Diameter kelereng	Jangka sorong ketelitian 0,005 cm
2	Tebal kertas	Mikrometer sekrup ketelitian 0,0005 cm
3	Panjang buku	Mistar ketelitian 0,05 cm
4	Panjang pensil	Mikrometer sekrup ketelitian 0,0005 cm

Pengukuran yang tidak tepat adalah . .

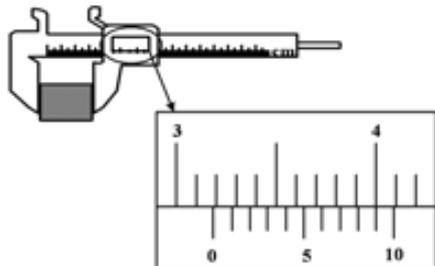
..

- A. No 1
- B. No 2
- C. No 3
- D. No 4
- E. No 1 dan 2

8. Panjang diameter sebatang paku diukur dengan jangka sorong adalah 58,8 mm. Dengan mempertimbangkan ketelitian dan angka penting, penulisan hasil pengukuran adalah . .

- A.  $(58,80 \pm 0,05)$  mm
- B.  $(58,8 \pm 0,05)$  mm
- C.  $(58,80 \pm 0,01)$  mm
- D.  $(58,8 \pm 0,5)$  mm
- E.  $(58,80 \pm 0,1)$  mm

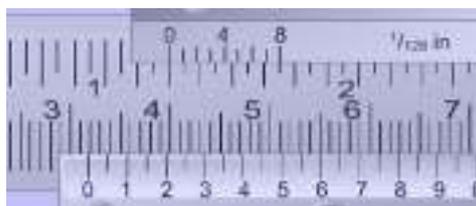
9. Gambar di bawah ini adalah pengukuran lebar balok dengan jangka sorong. Hasil pengukurannya adalah .



...

- A. 3,29 cm
- B. 3,19 cm
- C. 3,14 cm
- D. 3,09 cm
- E. 3,00 cm

10. Perhatikan gambar pengukuran kelereng dengan jangka sorong di

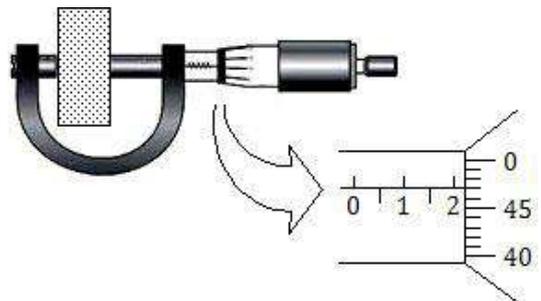


bawah ini !

Hasil pengukuran yang diperoleh adalah . . . .

- A. 3,00 cm
- B. 3,04 cm
- C. 3,07 cm
- D. 3,17 cm
- E. 4,17 cm

11. Sebuah benda ketebalannya diukur dengan mikrometer sekrup seperti



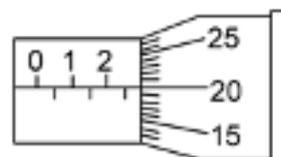
gambar di bawah ini !

Hasil pengukuran ketebalan benda adalah . . . .

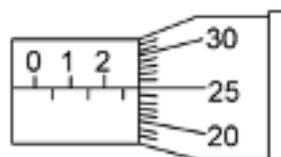
- A. 2,97 mm
- B. 2,47 mm
- C. 2,03 mm
- D. 1,97 mm
- E. 1,47 mm

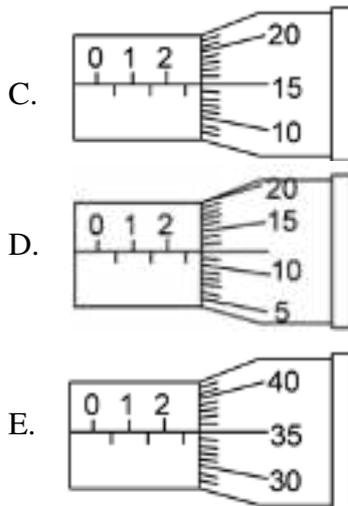
12. Hasil pengukuran diameter suatu tabung dengan mikrometer sekrup adalah 2,70 mm. Gambar yang sesuai dengan hasil pengukuran tersebut adalah . . . .

A.

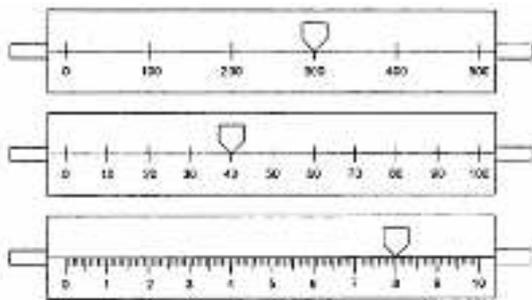


B.

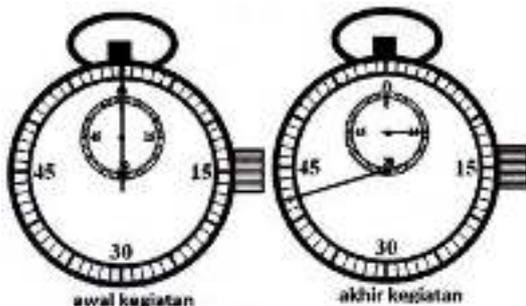




13. Perhatikan hasil timbangan massadengan neraca Ohaus tiga lengan seperti gambar di bawah ini! Massa benda yang ditimbang adalah . . .

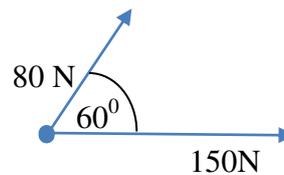


- A. 348,0 gram  
 B. 438,0 gram  
 C. 538,0 gram  
 D. 548,0 gram  
 E. 834,0 gram
14. Perhatikan gambar pengukuran waktu suatu kegiatan lari mengelilingi lapangan sepakbola berikut!



- Kegiatan tersebut berlangsung selama . . . .
- A. 15 menit 43 detik  
 B. 15 menit 42 detik  
 C. 16 menit 43 detik  
 D. 14 menit 44 detik  
 E. 15 menit 44 detik

15. Berdasarkan sketsa berikut, tentukan besar vektor resultan . . . .



- A. 202 N  
 B. 102 N  
 C. 195 N  
 D. 175 N  
 E. 145 N
16. Dalam bentuk vektor satuan, vektor  $\vec{V}$  yang berpangkal di titik (0,0) dan ujungnya di titik V (8,4) adalah . . . .
- A.  $\vec{V} = 4\hat{i} + 8\hat{j}$   
 B.  $\vec{V} = 4\hat{i} - 8\hat{j}$   
 C.  $\vec{V} = 8\hat{i} + 4\hat{j}$   
 D.  $\vec{V} = 8\hat{i} - 4\hat{j}$   
 E.  $\vec{V} = 12\hat{i} + 12\hat{j}$

17. Sebuah vektor yang pangkalnya di titik koordinat dan ujungnya i titik (-3, 9) memiliki panjang. Satuan . . . .
- A. 90  
 B. 27  
 C. 18  
 D.  $3\sqrt{9}$   
 E.  $3\sqrt{10}$

18. Jika vektor  $\vec{A} = 4$  satuan membentuk sudut  $30^\circ$  dengan sumbu X positif,

maka panjang satuan dalam sumbu X dan sumbu Y adalah . . . .

- A.  $2\sqrt{3}$  dan 2
- B. 2 dan  $2\sqrt{3}$
- C.  $2\sqrt{3}$  dan  $2\sqrt{3}$
- D. 2 dan 2
- E. 4 dan  $\sqrt{3}$

19. Vektor  $\vec{A} = 3$  satuan, vektor  $\vec{B} = 4$  satuan,  $\vec{A} + \vec{B} = 5$  satuan, berapakah besar sudut yang diapit vektor  $\vec{A}$  dan  $\vec{B}$  adalah . . . .

- A.  $45^0$
- B.  $60^0$
- C.  $90^0$
- D.  $120^0$
- E.  $180^0$

20. Dua buah vektor gaya  $\vec{F}_1$  dan  $\vec{F}_2$  masing-masing besarnya 11 N dan 7 N bertitik tangkap sama dan saling mengapit sudut  $60^0$ . Nilai resultan dari kedua vektor tersebut adalah . . . .

- A. 15, 72 N
- B. 15, 27 N
- C. 12, 72 N
- D. 12, 27 N
- E. 10, 72 N

# BAB 2

## GERAK BENDA

### Inti Materi

- Gerak Lurus Beraturan
- Gerak Lurus Berubah Beraturan
- Gerak Melingkar Beraturan
- Gerak Melingkar Berubah Beraturan

### Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan pengertian gerak.
2. Menganalisis besaran fisika pada gerak lurus dan melingkar.
3. Menyajikan data dan grafik hasil percobaan untuk menyelidiki sifat gerak benda yang bergerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB).
4. Mengaplikasikan gerak melingkar dalam kehidupan sehari-hari maupun aplikasinya dalam permesinan.



Sumber : <https://juara.bolasport.com>  
Gambar 2.1 Shuttlecock jatuh bebas dari pegangan tangan yang hendak diserve.

Seorang atlet bulutangkis Indonesia selama bermain tentu harus mematuhi peraturan pertandingan. Salah satu peraturannya yaitu *serve*. *Serve* dilakukan dengan melepas shuttlecock kebawah untuk dipukul ke area lawan. Shuttlecock tersebut bergerak dan mengalami perpindahan dengan kecepatan tertentu.

Lalu, apa itu gerak, perpindahan, dan kecepatan. Untuk mengetahui jawabannya, ayo pelajari bab ini dengan antusias.

# PETA KONSEP

## GERAK BENDA



## KATA KUNCI

Frekuensi	Kecepatan	Periode
Gerak Jatuh Bebas	Kecepatan Sudut	Perpindahan
GLB	Kelajuan	Posisi
GLBB	Kelajuan Linier	Ticker Timer
GMB	Percepatan	
GMBB	Percepatan Sentripetal	

Pada BAB 1, Anda sudah memahami apa itu besaran, satuan dan pengukuran. Seperti kita ketahui untuk mempelajari dunia sekitar kita, para ilmuwan berusaha mencari hubungan antara berbagai besaran fisika yang dapat diamati dan mengukur besaran-besaran itu. Demikian halnya dengan besaran-besaran fisika yang terkait dengan konsep gerak. Mekanika merupakan ilmu yang mempelajari gerak benda. Mekanika sendiri terbagi menjadi dua bagian yaitu kinematika dan dinamika.

Hampir setiap saat kita melihat benda-benda bergerak. Setiap saat kita juga melakukan gerak. Di jalan raya kita dapat melihat banyak kendaraan yang sedang bergerak. Jadi, apa yang dimaksud dengan gerak? *Benda dikatakan bergerak bila kedudukannya terhadap titik acuan setiap saat selalu berubah, dan sebaliknya benda dikatakan diam bila kedudukannya terhadap titik acuan selalu tetap.*



Sumber : <http://www.skyscrapercity.com>  
Gambar 2.2 Bus Trans Semarang bergerak dari shelter Dr. Kariadi menuju ke Jl. Pemuda

Bila Anda melihat sebuah bus yang sedang berjalan, sementara Anda sedang berada di luar bus, maka bus tersebut dapat kita katakan bergerak. Hal ini berkebalikan bila kita berada di dalam bus tersebut, kita akan mengatakan bahwa bus tidak bergerak, sedangkan benda-benda yang ada di luar bus itu kita katakan bergerak.

Dari penjeleasan di atas jelas bahwa gerak bersifat *relatif*. Untuk mengatakan benda itu bergerak atau tidak, Anda harus menyatakan acuannya. Oleh karena itu, pernyataan “bus sedang bergerak” tidaklah memiliki arti dalam fisika. Supaya pernyataan itu berarti, Anda harus menyatakan acuannya, misalnya “bus bergerak terhadap orang yang diam di tepi jalan”.

## A. BESARAN-BESARAN GERAK LURUS

### 1. Posisi, Jarak, dan Perpindahan

#### a. Posisi dan Perpindahan

**Posisi** adalah kedudukan suatu benda dalam suatu sumbu koordinat terhadap suatu acuan tertentu. Posisi termasuk besaran vektor, kedudukan tersebut dinyatakan dalam *besar* dan *arah*.

Dalam pembahasan gerak lurus, sumbu koordinat berupa garis bilangan yaitu sumbu  $-x$  untuk posisi horizontal dan sumbu  $-y$  untuk posisi vertikal. Bilangan

sebalah kanan titik nol bernilai positif, sedangkan bilangan sebelah kiri titik nol bernilai negatif.



Sumber : <https://www.cnnindonesia.com/>  
**Gambar 2.3** Posisi dan perpindahan bola setelah digulirkan

Pada gambar di samping, Egy Maulana Vikri (Timnas Indonesia U-19) sedang menggulirkan bola ke kiri menjauhi lawan. Jika bola A sebagai acuan maka:

Posisi bola B = 3 centimeter dari bola A

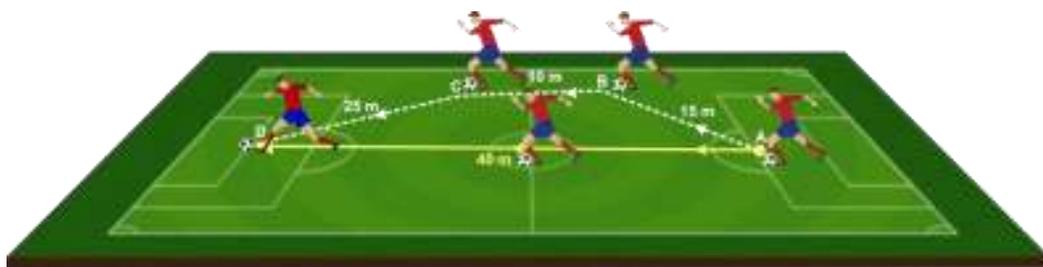
Posisi bola C = -4 centimeter dari bola A

**Perpindahan** adalah perubahan posisi suatu benda dari posisi awal ke posisi akhir benda. Perpindahan termasuk besaran vektor dan diberi lambang  $\Delta x$ . Misalkan suatu bola yang berpindah dari titik A ke titik B (Perhatikan gambar 2.2), berapa perpindahan bola dari titik A ke titik B ?

$$\begin{aligned}\Delta x_{AB} &= x_B - x_A \\ &= 3 - 0 \\ &= 3 \text{ centimeter}\end{aligned}$$

#### b. Jarak dan Perpindahan

**Jarak** adalah panjang lintasan yang ditempuh suatu benda yang bergerak dalam selang waktu tertentu. Jarak merupakan besaran skalar, biasa di lambangkan dengan huruf S. **Perpindahan** adalah jarak terpendek antara posisi awal dan posisi akhir suatu benda dalam selang waktu tertentu.



Sumber : pribadi  
**Gambar 2.4** jarak dan perpindahan pemain sepakbola

Dari gambar 2.3 menunjukkan pemain sepakbola sedang menggiring bola. Jarak yang ditempuh pemain sepakbola untuk sampai ke kotak penalti berpindah dari titik A, B, C, dan D (garis potong berwarna putih), berarti pemain sepakbola menempuh jarak  $AB + BC + CD = 15 \text{ m} + 20 \text{ m} + 25 \text{ m} = 50 \text{ m}$ . Jika kita lihat pengertian dari perpindahan itu sendiri yaitu jarak terpendek antara posisi awal dan

posisi akhir, maka pemain sepak bola mengalami perpindahan posisi dari titik A ke titik B sebesar 40 m.

## 2. Kelajuan dan Kecepatan

Dalam kehidupan sehari-hari, kata kecepatan dan kelajuan sering disamaartikan. Kecepatan dan kelajuan merupakan dua pengertian yang berbeda. Kelajuan (*speed*) merupakan besaran skalar, yaitu besaran yang hanya memiliki besar tanpa memperhatikan arah gerak benda sedangkan kecepatan (*velocity*) merupakan besaran vektor, yaitu besaran yang memperhitungkan arah geraknya.

Dengan kata lain, kelajuan suatu benda hanya ditentukan oleh jarak tempuh benda dan selang waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tersebut tanpa memperhatikan arah perpindahannya alat ukur.

$$\text{Kelajuan} = \frac{\text{jarak (m)}}{\text{waktu(s)}} \text{ atau}$$

$$v = \frac{x}{t} \text{ satuan (m/s)}$$

Sementara itu, kecepatan tergantung pada arah benda yang bergerak. Kecepatan didefinisikan sebagai perbandingan perpindahan benda dengan waktu tempuh.

$$\text{Kecepatan} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Untuk  $\Delta t$  sangat kecil

atau 
$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ satuan (m/s)}$$

Contoh :

Sebuah mobil menempuh jarak lurus 90 km dalam waktu 90 menit ke arah timur dan 30 km ke barat . Hitunglah:

Kelajuan mobil

*Penyelesaian*

Kelajuan mobil

$$\begin{aligned} v &= \frac{x}{t} \\ &= \frac{(90 + 30)\text{km}}{90 \text{ menit}} = \frac{(90 + 30) \cdot 1000 \text{ m}}{90 \times 60 \text{ s}} \\ &= \frac{120000 \text{ m}}{5400 \text{ s}} = 22,2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Kelajuan rata-rata diperoleh dari jarak yang ditempuh benda dibagi dengan waktu tempuhnya. Secara matematis, kelajuan rata-rata dapat dituliskan dalam persamaan

$$\text{Kelajuan rata-rata} = \frac{\text{jarak tempuh total}}{\text{waktu tempuh total}}$$

$$\text{atau } \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{satuan (m/s)}$$

Kecepatan rata-rata bergantung pada perpindahan dan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perpindahan itu. Jika benda bergerak sepanjang sumbu  $x$  dan posisinya dinyatakan dengan koordinat  $x$  persamaannya dapat ditulis. Secara matematis dirumuskan:

$$\text{Kecepatan rata-rata} = \frac{\text{perpindahan}}{\text{perubahan waktu}}$$

$$\text{atau } \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{satuan (m/s)}$$

Contoh :

Penjual es tungtung keliling bergerak dari A ke B dengan kelajuan tetap 20 m/s, kemudian bergerak dari B ke C dengan kelajuan yang sama selama 20 s (lihat gambar).

Hitunglah:

- Selang waktu A ke B,
- Jarak dan perpindahan dari A ke C,
- Kelajuan dan kecepatan rata-rata dari A ke C.



Sumber : Pribadi  
Gambar 2.5 Jarak dan perpindahan

*Penyelesaian*

- Selang waktu A ke B

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

$$t_{AB} = \frac{x}{v} = \frac{400 \text{ m}}{20 \text{ m/s}} = 20 \text{ s}$$

- Jarak dan perpindahan dari A ke B

$$s_{ABC} = AB + BC$$

$$= 400 \text{ m} + 300 \text{ m} = 700 \text{ m}$$

$$AC^2 = 400^2 + 300^2$$

$$\text{perpindahan AC} = \sqrt{400^2 + 300^2} = \sqrt{250000} = 500 \text{ m}$$

- Kelajuan rata-rata ( $\bar{v}$ ) =  $\frac{s_{ABC}}{t_{AB} + t_{BC}}$

$$\bar{v} = \frac{700 \text{ m}}{20 + 20 \text{ s}} = \frac{700 \text{ m}}{40 \text{ s}} = 17,5 \text{ m/s}$$

Kecepatan rata – rata ( $\bar{v}$ ) =  $\frac{\Delta x}{\Delta t}$

$$\bar{v} = \frac{\text{perpindahan AC}}{t_{AB} + t_{BC}} = \frac{500 \text{ m}}{40 \text{ s}} = 12,5 \text{ m/s}$$



Sumber : <https://motorblitz.com>  
Gambar 2.6 Speedometer alat ukur kelajuan



Sumber : <http://www.antarafoto.com/peristiwa>  
Gambar 2.7 Speed Gun salah satu alat ukur kecepatan (Velocitometer)

### 3. Percepatan



Sumber : <https://farm4.static.flickr.com>  
Gambar 2.8 Mengkayuh sepeda di jalan yang tidak rata sering mengalami perubahan kecepatan

Pernahkan Anda naik sepeda? Pada saat Anda memulai naik sepeda, awalnya perlahan-lahan, kemudian Anda kayuh semakin kuat sehingga melaju semakin kencang. Pada saat Anda mengayuh semakin kuat, sepedamu memperoleh percepatan. Sebaliknya saat hendak berhenti Anda mengerem sepeda, sehingga lajunya semakin lama semakin berkurang dan akhirnya berhenti.

Laju perubahan kecepatan sepeda terhadap waktu disebut **percepatan**.

$$\text{Percepatan rata-rata} = \frac{\text{perubahan kecepatan}}{\text{perubahan waktu}}$$

Secara matematis dituliskan

$$\text{atau } \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \text{satuan (m/s}^2\text{)}$$

Contoh :

percepatan sebuah sepeda berubah dari 20 m/s menjadi 30 m/s dalam waktu 5 detik, berapakah percepatan rata-rata sepeda ?

*penyelesaian*

$$\begin{aligned}\bar{a} &= \frac{\Delta v}{\Delta t} \\ &= \frac{30 \text{ m/s} - 20 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} \\ &= \frac{10 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$



Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

1. Apa yang dimaksud dengan kerangka acuan ?
2. Sebutkan beberapa besaran-besaran gerak lurus?
3. Apa perbedaan posisi dengan perpindahan?
4. Apa perbedaan jarak dengan perpindahan?
5. Apa perbedaan kelajuan dan kecepatan?
6. Ahmad bersepeda bergerak mengelilingi lapangan menempuh jarak 180 meter dan membutuhkan waktu 30 sekon. Berapakah kelajuan sepeda tersebut?
7. Sebuah bus melaju di jalan tol yang lurus. Selama 30 menit pertama bus itu menempuh jarak 45 km, 15 menit selanjutnya menempuh jarak 15 km, dan 15 menit selanjutnya menempuh jarak 20 km. Tentukanlah kelajuan rata-rata bus tersebut!
8. Seekor semut bergerak ke kanan sepanjang sumbu x. Setelah 1 sekon kedudukan semut di  $x_1 = 3 \text{ m}$ , dan setelah bergerak 4 sekon kedudukan semut di  $x_2 = 12 \text{ m}$ . Berapa kecepatan rata-rata semut?
9. Suatu mobil yang sedang bergerak dengan kecepatan 30 m/s diberi percepatan konstan selama 5 sekon sampai mencapai kecepatan akhir 50 m/s. Berapa percepatan yang dialami mobil?
10. Seorang atlet lari menyusuri lintasan melingkar dengan kelajuan tetap sebesar 2 m/s. Jika diameter lintasan melingkar itu 56 m dan pelari itu telah berlari selama 5 menit, dan  $\pi = 22/7$ ; tentukan: Jarak yang di tempuh dan perpindahan yang dialaminya!

## B. GERAK LURUS

Dari kecepatannya, gerak lurus di bagi menjadi dua, yaitu gerak lurus dengan kecepatan tetap dan gerak lurus dengan percepatan tetap. Dari arah geraknya gerak lurus dibagi menjadi dua bagian, yaitu gerak lurus horizontal dan vertikal. Gerak lurus

horizontal dibagi menjadi dua bagian, yaitu gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan. Gerak lurus vertikal dibagi menjadi dua bagian, yaitu gerak jatuh bebas, gerak vertikal ke atas dan ke bawah.

## 1. Gerak Lurus Horizontal

### a. Gerak Lurus Beraturan (GLB)



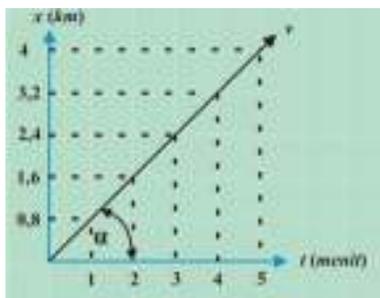
Sumber : <https://www.masterbuilder.co.in>  
**Gambar 2.9** Kereta Api Indonesia bergerak lurus beraturan

Sebuah benda dikatakan bergerak lurus beraturan, jika lintasan dari benda merupakan garis lurus dan kecepatannya setiap saat adalah tetap. Di dalam kehidupan sehari-hari, sangat sulit untuk mendapatkan sebuah benda yang bergerak lurus beraturan secara ideal.

Akan tetapi dalam pendekatannya terdapat beberapa contoh yang dapat dianalogikan sebagai gerak lurus beraturan. Misalnya, pada rel yang lurus, sebuah kereta api dapat dianggap bergerak lurus. Jika kereta api menempuh perpindahan yang sama selang waktu yang dibutuhkan juga sama, maka gerak kereta api dapat disebut gerak lurus beraturan.

Bagaimana besaran-besaran fisika pada gerak lurus beraturan itu? Untuk mengetahuinya mari kita analisis gerak kereta api yang melakukan gerak lurus beraturan selama 5 menit dengan data seperti pada tabel berikut:

Jarak tempuh (km)	0	1	2	3	4	5
Waktu (menit)	0	0,8	1,6	2,4	3,2	4



Sumber : Pribadi  
**Gambar 2.10** Grafik  $s-t$  gerak lurus beraturan

Dengan memperhatikan Tabel 2.1. dapat dibuat grafik hubungan antara jarak tempuh ( $x$ ) pada sumbu-y dan waktu tempuh pada sumbu-x seperti yang ditunjukkan Gambar 2.10.

Hubungan antara jarak tempuh ( $x$ ) terhadap waktu tempuh ( $t$ ) dari sebuah benda yang melakukan gerak lurus beraturan, akan memberikan grafik berbentuk linear atau berupa garis lurus dengan tangen sudut kemiringan grafik menunjukkan nilai kecepatan benda.

$$\bar{v} = \tan \alpha$$

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

$$\bar{v} = \frac{s_t - s_0}{t_t - t_0}$$

Sehingga diperoleh  $v = \frac{(4-0)}{(5-0)} = 0,8 \text{ km/menit}$

$$0,8 \frac{\text{km}}{\text{jam}} = 48 \text{ km/jam}$$

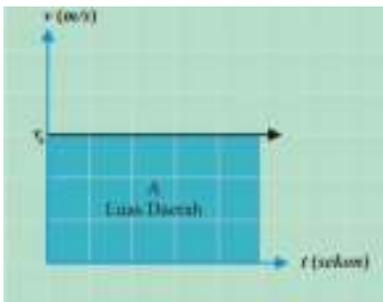
Kecepatan dapat di tempuh dengan rumus

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

$$x_t - x_0 = v(t_1 - t_0)$$

$$x_t - x_0 = vt \text{ atau } x_t = x_0 + vt$$

dengan  $v$  adalah kecepatan (m/s) benda,  $x$  posisi benda (m) dan  $t$  waktu (s).



Sumber : Pribadi  
**Gambar 2.11** Grafik  $v-t$  gerak lurus beraturan  $v$  konstan

grafik  $v$  terhadap  $t$  berupa garis lurus sejajar dengan sumbu  $t$ , berarti benda bergerak dengan kecepatan konstan percepatan nol ( $a = 0$ ) dan jarak tempuhnya dapat ditentukan dengan menghitung luas daerah di bawah grafik.

$$\Delta x = A \text{ (luas daerah)}$$

Jadi besaran-besaran pada gerak lurus beraturan antara lain:

- 1) Kecepatan  $v_0 = v$  tetap
- 2) Percepatan ( $a = 0$ )
- 3)  $x = vt$  atau  $x_t = x_0 + vt$

Contoh :

Seorang anak berjalan kaki menuju masjid hendak shalat Dhuhur 20 m dari rumah, dengan kecepatan tetap 0,5 m/s. Berapakah waktu yang diperlukan agar sampai ke masjid tersebut ?

*Penyelesaian:*



Diketahui

$$: x_0 = 0 \text{ m}$$

$$x_t = 20 \text{ m}$$

$$v = 0,5 \text{ m/s}$$

Sumber : Pribadi  
**Gambar 2.12** Shalat ke masiid

Ditanyakan :  $t = \dots ?$

$$x_t = x_0 + vt$$

$$20 = 0 + 0,5t$$

$$0,5t = 20$$

$$t = 20/0,5 = 40 \text{ s}$$

### b. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Suatu benda dikatakan bergerak lurus berubah beraturan jika kecepatan benda berubah secara beraturan terhadap waktu dan lintasan benda tersebut berupa garis lurus. Kecepatan benda dapat bertambah secara beraturan (dipercepat) ataupun berkurang secara beraturan (diperlambat). Gerak lurus berubah beraturan (disingkat GLBB) didefinisikan sebagai gerak suatu benda yang mengalami percepatan tetap. Contoh dari gerak dipercepat adalah mobil yang mulai berjalan. Adapun contoh gerak diperlambat adalah mobil yang direm hingga berhenti.

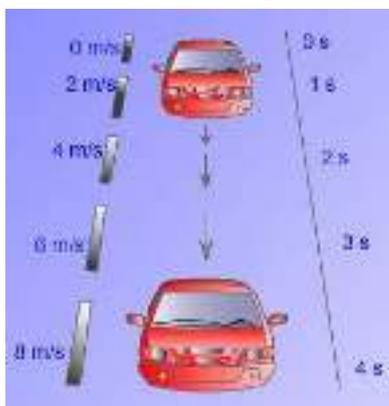


Sumber:

<https://bagasetyo.blogspot.co.id>

Gambar 2.13 Kecepatan yang terjadi akan selalu berubah-ubah namun percepatan tetap.

Permainan bola bekel merupakan permainan tradisional yang semakin langka, sebelum era internet bola bekel populer dikalangan remaja putri. Cara bermain bola bekel semua biji bekel harus digenggam hanya satu tangan beserta bola bekel, setelah itu bola dilambungkan. Bola bekel jatuh dari ketinggian tertentu di atas permukaan lantai merupakan contoh GLBB. Percepatan yang dialami oleh bola bekel selalu sama, yakni sama dengan percepatan gravitasi. Pada gerak lurus dengan percepatan tetap, besar kecepatan gerak benda dapat diturunkan sebagai berikut.



Sumber : <http://uyahusna.blogspot.co.id>

Gambar 2.14 Gerak lurus berubah beraturan (GLBB)

untuk  $t = 0 \text{ s}$ , kecepatannya =  $v_0$  (kecepatan awal)

$t = 1 \text{ s}$ , kecepatannya =  $v_0 + a$

$t = 2 \text{ s}$ , kecepatannya =  $v_0 + 2a$

$t = 2 \text{ s}$ , kecepatannya =  $v_0 + 2a$

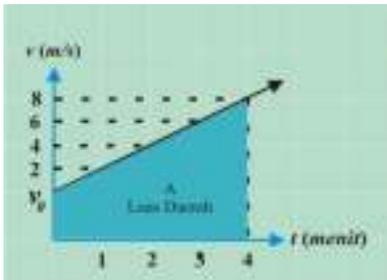
$t = 4 \text{ s}$ , kecepatannya =  $v_0 + 4a$ , dan

seterusnya sehingga diperoleh  $t = t \text{ s}$ ,

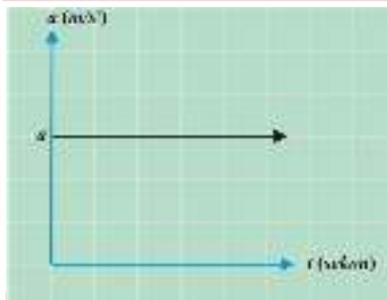
kecepatannya

$$v = v_0 + at$$

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



Sumber : Pribadi  
**Gambar 2.15** Grafik  $v-t$  gerak lurus berubah beraturan  $a$  konstan



Sumber : pribadi  
**Gambar 2.16** Grafik  $a-t$  gerak lurus berubah beraturan  $a$  konstan

Percepatan sebuah benda memenuhi persamaan:

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

$$a = \frac{v_t - v_0}{t_t - t_0} \text{ . jika } t_0 = 0 \text{ maka } a = \frac{v_t - v_0}{t}$$

$$at = v_t - v_0 \text{ atau dapat ditulis}$$

$$v_t = v_0 + at \text{ (percepatan konstan)}$$

Keterangan:

$v_0$  = kecepatan awal (m/s)

$v_t$  = kecepatan setelah  $t$  sekon (m/s)

$a$  = percepatan ( $m/s^2$ )

$t$  = waktu (sekon)

Selanjutnya, mari kita lihat bagaimana menghitung jarak  $s$  benda setelah waktu  $t$  ketika benda tersebut mengalami percepatan konstan.

Definisi kecepatan rata-rata adalah jarak yang ditempuh sepanjang lintasannya dibagi waktu yang diperlukan.

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

$$\bar{v} = \frac{x_t - x_0}{t}$$

$$x_t = x_0 + \bar{v}t$$

Karena kecepatan bertambah secara beraturan, kecepatan rata-rata  $\bar{v}$ , akan berada di tengah-tengah antara kecepatan awal dan akhir.

$$\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}$$

$$x_t = x_0 + \bar{v}t$$

$$= x_0 + \left(\frac{v_0 + v}{2}\right)t$$

$$= x_0 + \left(\frac{v_0 + (v_0 + at)}{2}\right)t$$

$$= x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

Jika  $t = \frac{v-v_0}{a}$  disubstitusikan ke  $x_t = x_0 + \left(\frac{v_0+v}{2}\right)t$ , maka akan diperoleh persamaan yang menghubungkan kecepatan awal, percepatan, dan perpindahan yang ditempuh selama mengalami percepatan.

$$\begin{aligned} x_t &= x_0 + \left(\frac{v_0 + v}{2}\right)t, t = \frac{v - v_0}{a} \\ &= x_0 + \left(\frac{v_0 + v}{2}\right)\left(\frac{v - v_0}{a}\right) \\ &= x_0 + \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \text{ atau} \\ &\mathbf{v^2 = v_0^2 + 2a(x_t - x_0)} \end{aligned}$$

Tabel 2.2 persamaan-persamaan Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Variabel-variabel yang berhubungan	Persamaan
Kecepatan, waktu, dan percepatan	$v = v_0 + at$
Kecepatan awal, akhir, dan rata-rata	$\bar{v} = \frac{v_0 + v}{2}$
Jarak, kecepatan, dan waktu	$x_t = x_0 + \left(\frac{v_0 + v}{2}\right)t$
Jarak, percepatan, dan waktu	$x_t = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$
Kecepatan, percepatan, dan jarak	$v^2 = v_0^2 + 2a(x_t - x_0)$

Contoh :

Sebuah benda bergerak dengan kecepatan awal 5 m/s dan dipercepat dengan percepatan 4 m/s<sup>2</sup>. Tentukan kecepatan dan posisi benda setelah 5 sekon.

*Penyelesaian:*

Diketahui :  $v_0 = 5 \text{ m/s}$   
 $a = 4 \text{ m/s}^2$   
 $t = 5 \text{ s}$   
 Ditanyakan : a.  $v_t = \dots ?$   
 b.  $x_t = \dots ?$

a. Kecepatan benda setelah 5 sekon adalah

$$\begin{aligned} v_t &= v_0 + at \\ &= 5 + 4 \cdot 5 \\ &= 25 \text{ m/s} \end{aligned}$$

b. Posisi benda setelah 5 sekon adalah

$$\begin{aligned} x_t &= x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2 \\ &= 0 + 5 \cdot 5 + \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot (5)^2 = 75 \text{ m} \end{aligned}$$

Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

1. Sebuah mobil pembalap memulai gerakannya dengan kecepatan 2 m/s. Mesin mobil tersebut mampu memberikan percepatan yang tetap 4 m/s<sup>2</sup>. Berapakah kecepatan mobil tersebut setelah bergerak 10 s?
2. Sebuah pesawat terbang dipercepat dari kecepatan 80 m/s menjadi 150 m/s dalam waktu 10 sekon. Berapakah jarak yang ditempuh pesawat dalam waktu tersebut?
3. Sebuah mobil mula-mula bergerak dengan kecepatan 1 m/s. Karena jalannya sepi dan lurus pengemudinya mempercepat mobilnya sebesar 0,5 m/s<sup>2</sup> hingga ke-cepatannya menjadi 30 m/s. Berapakah jarak yang ditempuh mobil selama itu?
4. Perlombaan lari identik dengan lari jarak jauh, Anda adalah atlit lari. Ketika peluit awal mulai dibunyikan kecepatan diketahui atlit setidaknya yaitu 0,5 m/s. Ditengah-tengah perlombaan kecepatan lari bertambah 1,5 m/s, tak disangka atlit mengalami cidera pada waktu 25 detik detik setelah peluit dibunyikan. Berapakah jarak tempuh atlit saat mengalami cidera?
5. Sekelompok anak sedang bermain bola kasti di halaman depan rumah. Salah satu dari kelompok tersebut ada yang menjadi pelempar bola. Seorang pelempar bola kasti berhasil melempar bola dengan cepat 5 m/s. Perkirakan percepatan bola kasti selama gerak pelemparan. Perpindahan titik bola dari pelemparan sampai titik pemukulan di ketahui 7 m.
6. Sepeda motor bergerak mengikuti persamaan kecepatan sebagai fungsi waktu  $v=3t^2-5t+4$ , dengan  $v$  dalam m/s dan  $t$  dalam sekon. Tentukan kecepatan pada saat  $t= 2$  s.

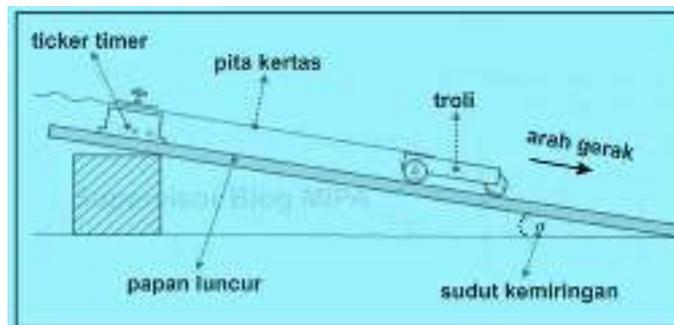
## Ticker Timer



Sumber : <http://apanjar.blogspot.co.id>  
 Gambar 2.17 Ticker timer

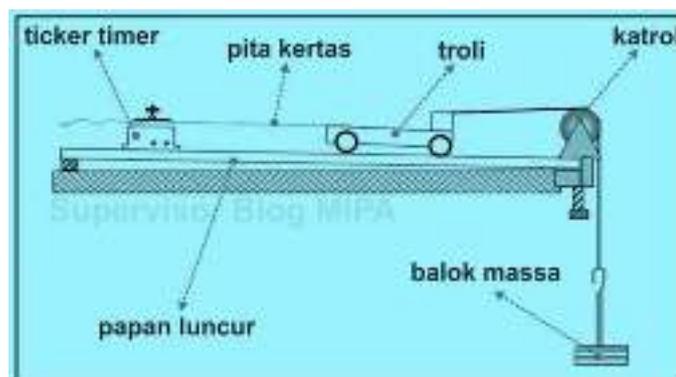
Ticker timer digunakan dalam percobaan fisika untuk mengamati karakteristik gerak suatu benda, serta dapat digunakan untuk menyelidiki hubungan antara jarak atau perpindahan serta kecepatan dengan waktu tempuh suatu benda. Karakteristik gerak suatu benda yang dimaksud ini adalah gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB).

1. Bagaimana cara menggunakan ticker timer untuk menyelidiki gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB)?



Sumber : <http://www.fisikabc.com>  
 Gambar 2.18 Percobaan ticker timer pada GLB

Cara menggunakan ticker timer untuk mengamati gerak lurus beraturan suatu benda yaitu dengan mengganjal salah satu ujung papan luncur dengan balok sehingga papan luncur membentuk sudut kemiringan  $\alpha$ .



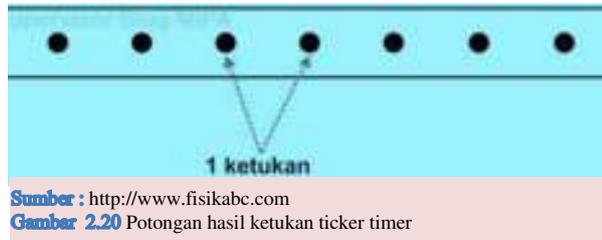
Sumber : <http://www.fisikabc.com>  
 Gambar 2.19 Percobaan ticker timer pada GLBB

Kemudian letakkan trolley di atas papan luncur dan hubungkan dengan pita kertas. Kemudian biarkan trolley bergerak mengikuti kemiringan papan luncur dan amati hasil ketukan ticker timer pada pita kertas. Perhatikan gambar 2.18

Pada percobaan GLBB, salah satu ujung papan luncur dipasang katrol, kemudian pada katrol dipasang tali yang digantungkan balok massa. Kemudian tali pada balok massa ini dihubungkan dengan troli sehingga troli akan bergerak mengikuti gerak balok massa yaitu vertikal ke bawah. Perhatikan gambar 2.19!

2. Bagaimana cara membaca hasil ketukan ticker timer dan menentukan jenis gerak pada benda?

Cara membaca hasil ketukan ticker timer adalah sebagai berikut:



- a. Sesuai dengan fungsinya, ticker timer merupakan alat untuk mengukur interval waktu.
- b. Interval waktu antara dua titik yang berdekatan di sebut satu ketukan.
- c. Satu ketukan sama dengan  $1/50$  s atau 0,02 s.

Cara menentukan jenis gerak benda dari hasil ketukan ticker timer adalah sebagai berikut:

- 1) Hasil ketukan ticker timer pada kecepatan konstan

Perhatikan gambar hasil ketukan ticker timer pada kecepatan benda yang konstan berikut ini.



Pada ketiga jenis kecepatan tersebut, jarak satu ketukan sama rata setiap saat, sehingga mengindikasikan kecepatan yang stabil atau konstan. Karena kecepatan konstan maka hasil ketukan ticker timer pada gambar di atas merupakan jenis gerak lurus beraturan (GLB).

- 2) Hasil ketukan ticker timer pada kecepatan berubah-ubah

Perhatikan gambar hasil ketukan ticker timer pada kecepatan yang berubah-ubah berikut ini.



Untuk kasus hasil ketukan nomor 1, kecepatan benda semakin bertambah maka bisa dikatakan benda tersebut mengalami gerak lurus berubah beraturan (GLBB) **dipercepat**. Sedangkan hasil ketukan nomor 2, kecepatan benda semakin berkurang maka bisa dikatakan benda tersebut mengalami gerak lurus berubah beraturan (GLBB) **diperlambat**.

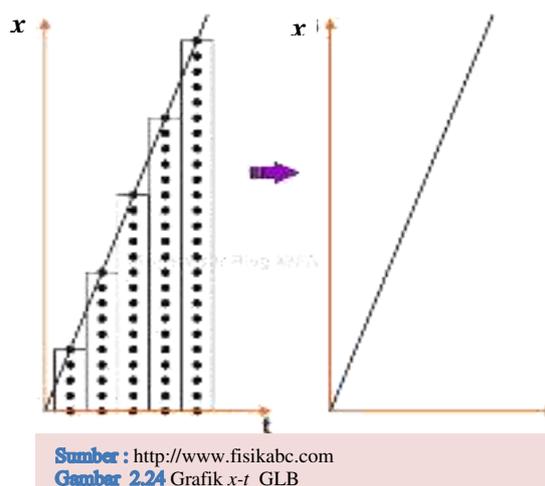
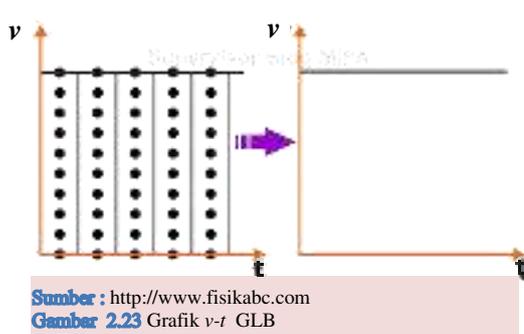
3. Bagaimana cara membuat grafik GLB dan GLBB dari hasil ketukan ticker timer?

a) Cara Membuat Grafik GLB

Terdapat dua jenis grafik GLB yang bisa dibuat dari pita kertas ticker timer, yaitu grafik kecepatan terhadap waktu (grafik  $v-t$ ) dan grafik kedudukan terhadap waktu (grafik  $x-t$ ). Dua jenis grafik ini memiliki teknik pembuatan yang berbeda.

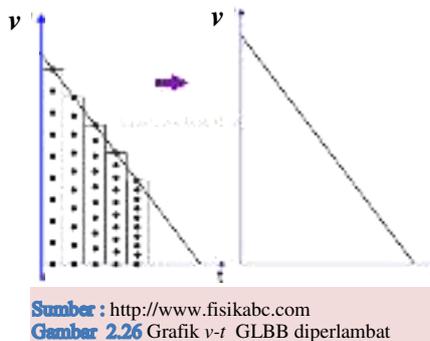
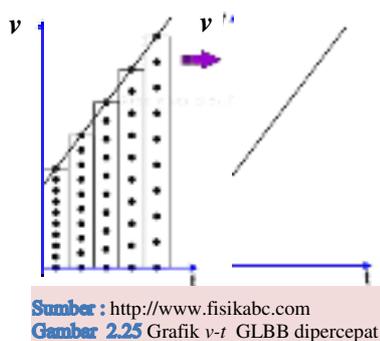
Untuk membuat grafik  $v-t$ , potong pita kertas ticker timer menjadi beberapa bagian, dengan setiap bagian terdiri 10 (bisa kurang atau lebih) ketukan yang sama. Misalkan terdapat 5 potongan pita kertas, maka masing-masing potongan berisi 10 titik ketukan, kemudian susun ke samping berurutan mulai dari awal troli bergerak sampai berhenti. Untuk membuat grafik  $x-t$ , potong pita kertas ticker timer menjadi beberapa bagian, dengan setiap bagian terdiri 5, 10, 15, 20, 25 ketukan atau bilangan berapa saja dengan jumlah kelipatannya pada tiap-tiap potongan pita. Misalkan terdapat 5 potongan pita kertas, maka masing-masing potongan berisi 5, 10, 15, 20 dan 25 titik ketukan. Kemudian mulailah membuat grafik dengan menggambar garis koordinat kartesius.

Misalnya kita ambil contoh hasil ketukan ticker timer untuk kecepatan konstan nomor 1 di atas, jika dibuatkan grafik  $v-t$  dan  $x-t$  maka akan menjadi gambar grafik seperti ini



### b) Cara Membuat Grafik GLBB

Terdapat dua jenis grafik GLBB yang bisa dibuat dari pita kertas ticker timer, yaitu grafik kecepatan terhadap waktu (grafik  $v-t$ ) pada GLBB dipercepat dan grafik kecepatan terhadap waktu (grafik  $v-t$ ) pada GLBB diperlambat.



### Tetes Oli atau Air



Sumber : Pribadi  
 Gambar 2.27 Tetesan air yang ditinggalkan mobil tangki ketika bergerak

Jejak gerak lurus juga dapat digambarkan dengan tetesan oli atau tetesan air dari kendaraan tengki air yang sedang bergerak. Perbedaannya dengan jejak pada ticker timer adalah pada cara membaca. Jika pola tetesan oli/air dibaca searah gerak benda, sedangkan pola jejak pada ticker timer dibaca arah berlawanan dengan arah gerak benda.

Pola jejak tetesan oli dan di belakang kendaraan yang semakin rapat (dibaca ke arah kendaraan) menandakan kendaraan melakukan gerak lurus berubah beraturan diperlambat, sedangkan jika semakin renggang kendaraan melakukan gerak lurus berubah beraturan dipercepat.

### Penggunaan Ticker Timer Untuk Percobaan Gerak Lurus

#### A. Tujuan

1. Mengetahui cara mengukur kecepatan dan percepatan.
2. Membedakan antara GLB dan GLBB.

#### B. Alat dan bahan

Kit / Boc gerak lurus (berisikan alat-alat untuk merangkai ticker timer)

Penggaris logam 100 cm, stopwatch, power supply, kertas karbon, kertas grafik, dan lem kertas.

#### C. Petunjuk Kerja

1. Merakit peralatan seperti gambar 2.18, bidang miring kemiringan jangan terlalu tinggi agar dapat menghasilkan gerakan trolley dengan kecepatan yang mendekati kecepatan tetap.
2. Memasukan salah satu pita ketik ke bawah kertas karbon pada ticker timer dan tempelkan ujung pita ketik pada trolley yang masih dalam kondisi diam di dekat ticker timer.
3. Menghubungkan ticker timer pada power supply, dan nyalakan power supply sesuai tegangan pada ticker timer.
4. Meletakkan meja optik pada jarak 20 cm dari trolley.
5. Memberikan dorongan sedikit pada trolley agar meluncur saat bersamaan mengukur waktu dari pelepasan trolley sampai dengan batas yang sudah ditentukan.
6. Mengamati titik-titik yang terjadi lalu memotong pita ketik dengan titik yang berurutan, dan beri nomor secara berurutan pula (pemotongan jumlah titik disesuaikan dengan jarak trolley terhadap meja optik).
7. Menempelkan potongan-potongan pita ketik yang berisi titik-titik secara berdekatan dan berurutan sesuai nomor yang telah dibuat. (sumbu vertikal sebagai kecepatan dan sumbu horizontal sebagai waktu).
8. Melakukan percobaan yang sama dengan merubah jarak meja optik dari trolley menjadi 40 cm, 60 cm, dan 80 cm. Setiap perubahan jarak dilakukan empat kali percobaan.
9. Menyusun dan mengorganisir data tulis jarak  $x$  (m), waktu  $t$  (s) pada tabel.

No	$x$ (m)	$t$ (s)	$v = x/t$	$a = v/t$
1	0,2			
2	0,4			
3	0,6			
4	0,8			

#### D. Pertanyaan

1. Apa yang terjadi pada kecepatan yang dialami trolley pada jarak 20 cm, 40 cm, 60 cm, dan 80 cm ?
2. Dari percobaan tersebut, apa yang menjadi perbedaan kecepatan dan percepatan ?
3. Buatlah grafik hubungan antara jarak yang ditempuh oleh benda terhadap waktu. Analisislah hasil grafik yang Anda buat!

#### 2. Gerak Lurus Vertikal



Sumber: lazuardy99.blogspot.co.id  
Gambar 2.28 Buah kelapa tua jatuh bebas dari pohon tanpa ada kecepatan awal

Benda jatuh tentu tidak asing lagi bagi kita. Pernahkah Anda melihat buah kelapa jatuh dari pohon? Buah kelapa yang jatuh arahnya selalu ke bawah menuju bumi. Hal ini terjadi karena adanya pengaruh gaya gravitasi dari bumi yang disebut gaya gravitasi bumi. Gerak lurus vertikal adalah gerak lurus satu dimensi dalam arah vertikal. Gerak vertikal dipengaruhi oleh percepatan gravitasi yang nilainya tetap di suatu daerah tertentu.

Untuk membedakannya, dengan gerak horizontal, simbol jarak tempuh pada gerak lurus vertikal kita ganti dengan  $y$ . Gerak lurus vertikal dibagi menjadi dua bagian, yakni gerak vertikal yang hanya dipengaruhi gaya gravitasi dan gerak vertikal yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya lainnya. Gerak vertikal yang hanya dipengaruhi gaya gravitasi dikenal dengan nama gerak jatuh bebas. Gerak vertikal yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya lainnya dapat berubah ke atas dan ke bawah. Kedua gerak vertikal ini selanjutnya yang akan disebut gerak vertikal ke atas dan gerak vertikal ke bawah.

##### a. Gerak Jatuh Bebas

Gerak jatuh benda dari suatu ketinggian tanpa kecepatan awal disebut gerak jatuh bebas. Secara ideal, gerak jatuh bebas haruslah berada di ruang hampa. Hal ini dimaksudkan agar tidak ada gesekan antara benda dan udara yang dapat menghambat gerak benda tersebut. Sehingga gerak jatuh bebas semata-mata mendapat percepatan dari pengaruh gravitasi bumi yang arahnya selalu menuju pusat bumi.

Gerak jatuh bebas merupakan gerak lurus berubah beraturan sehingga semua persamaan pada GLBB berlaku juga untuk gerak jatuh bebas. Akan tetapi karena pada gerak jatuh bebas kecepatan awal benda ( $v_0$ ) adalah nol, percepatan benda  $a = g$ , dan jarak tempuh benda dalam arah vertikal  $h$ , maka persamaan dalam gerak jatuh bebas menjadi:

Jarak benda jatuh bebas dari ketinggian  $h$  di atas tanah

$$y_t = \frac{1}{2}gt^2$$

Kecepatan benda jatuh bebas pada saat  $t$

$$v_t = v_0 + gt \quad \text{atau} \quad v_t^2 = v_0^2 + 2gh$$

Tinggi suatu tempat dimana benda jatuh bebas jika  $y=h$  atau  $h-y = 0$  berlaku

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

Waktu yang diperlukan benda jatuh bebas dari ketinggian  $h$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$



Sumber: Pribadi  
Gambar 2.29 Buah kelapa jatuh bebas

Dengan :

$v_0$  = kecepatan awal benda (m/s)

$v_t$  = kecepatan akhir benda (m/s)

$h$  = ketinggian benda (m)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$t$  = waktu gerak (s)

Contoh :

Sebuah kelapa jatuh dari pohon dari ketinggian 15 m. Berapa waktu yang diperlukan kelapa untuk mencapai tanah, dan kecepatan sesaat sebelum mencapai tanah ?

*Penyelesaian:*

Diketahui :  $h = 15$  m

$g = 9,8$   $m/s^2$

Ditanyakan : a.  $t = \dots$  ?

$$b. v_t = \dots ?$$

a. Waktu yang dibutuhkan kelapa sampai ke tanah

$$\begin{aligned} t &= \sqrt{\frac{2h}{g}} \\ &= \sqrt{\frac{2.15}{9,8}} = 1,7 \text{ s} \end{aligned}$$

b. Kecepatan kelapa sampai ke tanah

$$\begin{aligned} v_t &= gt \\ &= 9,8.1,7 \\ &= 17 \text{ m/s} \end{aligned}$$

### b. Gerak Vertikal ke Bawah

Gerak ini merupakan gerak vertikal pada benda yang dilempar ke bawah dengan kecepatan awal tertentu. dengan  $v_0 \neq 0$   $a = g$  gerak vertikal ke bawah sama dengan GLBB di percepat. Pada gerak vertikal ke bawah, berlaku persamaan:

$$v_t = v_0 + gt \quad (\text{percepatan konstan})$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2gh$$

$$y = v_0 t + \frac{1}{2} gt^2$$

Oleh karena gerak benda searah dengan gaya gravitasi bumi (benda bergerak ke bawah) maka benda akan mengalami percepatan.

Contoh :



Sumber: <https://Youtube.ytimg.com>

Gambar 2.30 Buah mangga dilmpar langsung setelah dipetik dari pohonnya akan mempunyai kecepatan awal.

Seorang bapak menjatuhkan buah mangga dari dahan pohon kecepatan awal 1,5 m/s dengan ketinggian 10 m. waktu yang dibutuhkan mangga sampai jatuh ke tanah 3 sekon. Jika percepatan gravitasi di tempat itu 9,8 m/s<sup>2</sup>. Tentukanlah kecepatan dan ketinggian mangga pada waktu 1 sekon?

*Penyelesaian:*

Diketahui :  $v_0 = 1,5 \text{ m/s}$

$h = 10 \text{ m}$

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$

$t = 3 \text{ s}$

Ditanyakan :  $v$  dan  $h$ , saat  $t = 1 \text{ s}$  .... ?

$$v_t = v_0 + gt$$

$$v_t = 1,5 + 9,8 \cdot 1 = 11,3 \text{ m/s}$$

$$y = 1,5 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot (1)^2$$

$$y = 1,5 + \frac{1}{2} \cdot 9,8 \cdot (1)^2$$

$$y = 6,4 \text{ m}$$

$$h_t = h - y$$

$$h_t = 10 - 6,4$$

$$h_t = 3,6 \text{ m}$$

Jadi, kecepatan dan ketinggian mangga pada waktu 1 s adalah 11,3 m/s dan 3,6 m.

### c. Gerak Vertikal ke Atas

Gerak Vertikal ke Atas (GLBB diperlambat) Pada gerak vertikal ke atas, semakin ke atas, kecepatan benda semakin berkurang sehingga pada titik tertinggi kecepatan benda sama dengan nol. Di titik puncak benda berhenti sesaat, kemudian akan berbalik arah ke bawah, dan mengalami gerak jatuh bebas, yaitu benda bergerak jatuh dengan kecepatan awal sama dengan nol. Pada gerak vertikal ke atas berlaku persamaan:

$$y = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_t = v_0 - g t$$

$$v_t^2 = v_0^2 - 2 g y$$

$$t = \frac{v_0}{g}$$

$$h_{\text{mak}} = \frac{v_0^2}{2g}$$

Tanda (-) menunjukkan bahwa benda mengalami perlambatan karena gerak benda berlawanan dengan arah gaya gravitasi bumi (benda bergerak ke atas).

Contoh:



Sumber: Pribadi  
Gambar 2.31 Bola yang dilemparkan ke atas oleh anak kecil akan mencapai tinggi maksimum dan juga sebagai kecepatan awal.

Sebuah bola dilemparkan ke atas dengan kecepatan awal 10 m/s. Berapakah tinggi maksimum bola tersebut jika gaya gravitasi 9,8 m/s<sup>2</sup>?

Penyelesaian:

Diketahui :  $v_0 = 10 \text{ m/s}$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Ditanyakan :  $h$  maksimum

$$h_{\text{mak}} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$= \frac{10^2}{2 \cdot 9,8}$$

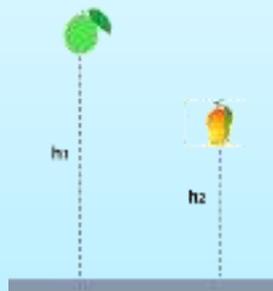
$$= 5 \text{ m}$$

Jadi kecepatan bola saat mencapai tinggi maksimum sebesar 5 m sebesar 0



Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

1. Buah jeruk Bali dan buah mangga Indramayu jatuh secara bersamaan dari ketinggian  $h_1$  dan  $h_2$ . Bila  $h_1 : h_2 = 4 : 1$ , maka hitunglah perbandingan waktu jatuh antara buah jeruk Bali dan buah mangga Indramayu!



2. Buah durian jatuh bebas dan menyentuh tanah setelah 4 detik. Jika  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , maka hitunglah kecepatan durian saat menyentuh tanah!
3. Seorang anak menjatuhkan bola dari gedung bertingkat tanpa kecepatan awal. Jika waktu yang dibutuhkan bola tersebut untuk sampai ke tanah 2 s, maka hitunglah tinggi gedung tersebut! ( $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ )

4. Dua orang kakak beradik beradik bermain bola. Keduanya melempar bola ke atas dari ketinggian yang sama dengan perbandingan kecepatan awal 1 : 2. Hitunglah perbandingan tinggi maksimum ke dua bola!



Sumber: [https://www.youtube.com?v=xnwO909\\_Y5Y](https://www.youtube.com?v=xnwO909_Y5Y)

Gambar 2.32 Tukang bangunan melempar genteng ke atas

5. Sebuah genteng dilemparkan vertikal ke atas memerlukan waktu 1,5 sekon untuk mencapai titik terdekat terhadap tukang bangunan yang di atas. Dengan  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ , tentukan kecepatan awal genteng dan ketinggian maksimum yang dicapai batu bata!

### C. BESARAN-BESARAN GERAK MELINGKAR

Gerak melingkar, yaitu gerak suatu benda yang memiliki lintasan berupa lingkaran. Dalam kehidupan sehari-hari banyak kita jumpai benda-benda yang bergerak melingkar. Berputarnya roda mobil, gerakan bumi atau planet mengelilingi matahari, gerakan elektron mengelilingi inti atom dan lain-lain merupakan contoh gerak melingkar. Benda-benda yang bergerak melingkar posisinya selalu berubah terhadap porosnya atau titik pusat lingkaran, dengan demikian perpindahannya dapat dinyatakan dalam besaran sudut dan jarak.

Ada beberapa besaran yang terlibat dalam gerak melingkar, diantaranya adalah periode, frekuensi, kelajuan linier, kecepatan sudut, percepatan sentripetal.

#### 1. Periode dan Frekuensi

Periode merupakan posisi benda yang mengalami gerak melingkar suatu saat akan kembali ke posisi semula dan waktu yang diperlukan untuk menempuh satu kali putaran dilambangkan dengan notasi  $T$  satuan sekon. Sedangkan jumlah putaran yang ditempuh tiap satu satuan waktu disebut frekuensi dan dilambangkan dengan notasi  $f$  satuan Hertz (Hz). Jadi dalam hal ini berlaku hubungan:

$$f = \frac{1}{T} \text{ atau } T = \frac{1}{f}$$

Keterangan :  $T$  = periode (s)

$f$  = frekuensi (Hz)

## 2. Kecepatan Sudut dan Kelajuan Linier

Perpindahan posisi benda yang bergerak melingkar dapat dinyatakan dalam dua besaran yaitu besaran sudut dan besaran jarak. Dengan demikian pada gerak melingkar dikenal dua jenis kecepatan yaitu kecepatan sudut dan kelajuan linier.

Kecepatan sudut adalah besarnya sudut yang ditempuh tiap satu satuan waktu. Besar sudut satu putaran adalah  $360^{\circ}$  atau  $2\pi$  radian. Kecepatan sudut secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$\omega = \frac{\theta}{t} \text{ atau}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

$$1 \text{ rad} = \frac{360^{\circ}}{2\pi} = 57,3^{\circ}$$

Keterangan :  $\omega$  = kecepatan sudut (rad/s)

$\theta$  = sudut yang ditempuh (rad)

$t$  = waktu tempuh (s)

Sedangkan yang dimaksud dengan kelajuan linier adalah panjang lintasan yang ditempuh tiap satu satuan waktu. Kelajuan linier dari suatu benda yang bergerak melingkar dapat ditulis secara matematis sebagai berikut.

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

Keterangan :  $v$  = kelajuan linier (m/s)

$x$  = panjang lintasan yang ditempuh (m)

Bila waktu tempuh kita pilih periode ( $T$ ), maka panjang lintasan yang ditempuh sama dengan keliling lingkaran yaitu sebesar  $2\pi r$  ( $r$  adalah jari-jari lintasan). Dengan demikian persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut:

$$v = \frac{x}{t} \text{ atau } v = \frac{2\pi r}{T}$$

Dari persamaan kecepatan sudut dan kelajuan linier dapatlah dituliskan hubungan antara keduanya dalam bentuk persamaan matematik sebagai berikut:

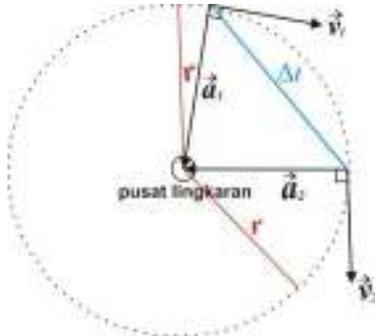
$$v = \frac{2\pi r}{T} \text{ atau } v = \omega r$$

Dalam dunia permesinan dan otomotif dikenal istilah *rps* dan *rpm*. **Rps** (*Revolutions per second*) adalah putaran per sekon dan **rpm** (*Revolutions per minute*) adalah putaran per menit.

$$1 \text{ rps} = 60 \text{ rpm}$$

$$1 \text{ rps} = 2\pi \text{ rad/s} = 120\pi \text{ rad/menit}$$

### 3. Percepatan Sentripetal



Sumber : Pribadi  
Gambar 2.33  $a$  selalu tegak lurus terhadap  $v$

Percepatan didefinisikan sebagai besar perubahan kecepatan, perubahan arah kecepatan menyebabkan percepatan sebagaimana juga perubahan besar kecepatan.

Percepatan didefinisikan sebagai

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

Kita ketahui pada gambar di atas  $\vec{a}_1$  tegak lurus terhadap  $\vec{v}_1$  dan  $\vec{a}_2$  tegak lurus terhadap  $\vec{v}_2$ . Vektor percepatan  $\vec{a}$  menuju ke arah pusat lingkaran, percepatan ini disebut **percepatan sentripetal** ( $\vec{a}_s$ ).

Tetapi vektor kecepatan  $\vec{v}$  selalu menunjuk ke arah gerak. Dengan demikian vektor  $\vec{a}_1$  dan  $\vec{a}_2$  menempuh jarak  $\Delta l$  (s) membuat perubahan sudut  $\Delta\theta$  dalam selang waktu  $\Delta t$ . Kita dapat menuliskan

$$\frac{\Delta v}{v} \approx \frac{\Delta l}{r}$$

Kita tulis persamaan diatas sebagai  $\Delta v$

$$\Delta v = \frac{v}{r} \Delta l$$

Untuk mendapatkan besarnya percepatan sentripetal  $\vec{a}_s$ , kita bagi  $\Delta v$  dengan  $\Delta t$  :

$$a_s = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v}{r} \frac{\Delta l}{\Delta t}$$

Dan karena  $\Delta l / \Delta t$  atau s/t adalah kelajuan linier  $v$  dari benda, maka besar percepatan sentripetal  $a_s$  adalah:

$$a_s = \frac{v}{r} v \text{ atau } a_s = \frac{v^2}{r}$$

Contoh:

1. Sebuah roda motor dengan jari-jari 20 cm, berputar  $6000/\pi$  rpm pada sumbunya.  
Tentukan:
  - a. Kecepatan sudut, Frekuensi dan Periode
  - b. Kelajuan linier sebuah dop

c. Jumlah putaran dalam 10 sekon

*Penyelesaian:*

Diketahui :  $r = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$

$$\omega = \frac{6000}{\pi} \text{ rpm}$$

$$1 \text{ rps} = \frac{6000}{60 \pi} \text{ rpm} = \frac{100}{\pi} \text{ rps}$$

$$1 \text{ rad} = \frac{100}{\pi} 2\pi \text{ rps} = 200 \text{ rad/s}$$

Ditanyakan : a.  $f, T$ ?

b.  $v$ ?

c.  $n$ ?

a. Kecepatan sudut ( $\omega$ )

$$\omega = 2\pi f$$

Frekuensi ( $f$ )

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{200}{2\pi} = \frac{100}{\pi} \text{ Hz}$$

Periode ( $T$ )

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{100}{\pi}} = \frac{\pi}{100} \text{ s}$$

b. Kelajuan linier pada dop

$$\begin{aligned} v &= \omega r \\ &= 200 \cdot 0,2 = 40 \text{ m/s} \end{aligned}$$

c. Jumlah putaran selama 10 sekon

Sudut yang ditempuh selama 10 sekon

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

$$\theta = \omega t = 200 \cdot 10 = 2000 \text{ rad}$$

1 putaran =  $2\pi$  rad sehingga jumlah putaran ( $n$ ) adalah

$$n = \frac{2000}{2\pi} \text{ putaran}$$

$$n = \frac{2000}{2,3,14} \text{ putaran} = 318 \text{ putaran}$$

2. Sebuah batu diikat pada seutas tali lalu diputar horisontal hingga batu menempuh sudut  $360^\circ$  setiap 1 sekon. Jika panjang tali 20 cm, tentukan besar percepatan sentripetal benda tersebut!

### Penyelesaian

Diketahui : Kecepatan sudut ( $\omega$ ) =  $\frac{360^\circ}{1} = 1$  putaran  
1 putaran =  $2\pi$  rad =  $2.3,14$  rad =  $6,28$  rad  
Panjang tali = ( $r$ ) lintasan melingkar =  $20$  cm =  $0,2$  m  
Ditanya : percepatan sentripetal ( $a_s$ )

$$a_s = \frac{v^2}{r}$$

$$a_s = \frac{(\omega r)^2}{r} = \frac{\omega^2 r^2}{r} = \omega^2 r = 6,28^2 \cdot 0,2 = 7,9 \text{ m/s}^2$$



Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

1. Kecepatan sudut sebuah benda yang bergerak melingkar adalah  $12$  rad/s. Jika jari-jari putarannya adalah  $2$  meter, tentukan besar frekuensi, periode, dan kecepatan benda tersebut!
2. Komedie putar berputar dengan kecepatan sudut  $120$  rpm. Jika jari-jari putaran benda adalah  $2$  meter tentukan percepatan sentripetal gerak benda tersebut !

## D. GERAK MELINGKAR

### 1. Gerak Melingkar Beraturan

Ketika benda melakukan gerak melingkar dengan kecepatan sudut konstan maka gerakannya disebut gerak melingkar beraturan (GMB). Dalam gerak melingkar beraturan, kelajuan linier benda selalu berubah arahnya, tetapi besarnya (kelajuannya) selalu tetap. Kecepatan yang bernilai tetap dalam GMB adalah kecepatan sudut.



Sumber: [www.bukalapak.com](http://www.bukalapak.com)  
Gambar 2.34 Ujung jarum jam yang berputar akan mempunyai kelajuan yang konstan dan arah selalu berubah.

Perhatikan gambar jam dinding di samping. Ujung jarum penunjuk detik pada jam dinding merupakan contoh gerak melingkar beraturan. Dikatakan demikian karena kelajuan gerakan ujung jarum adalah tetap atau panjang lintasan ujung jarum per satuan waktu adalah tetap. Dengan demikian, kecepatan sudut rata-rata sama dengan kecepatan sudut  $\omega$ .

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

Misalkan, pada keadaan awal ( $t_0 = 0$ ), posisi sudut benda adalah  $\theta_0$

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta_t - \theta_0}{t - 0} = \frac{\theta_t - \theta_0}{t}$$
$$\theta_t = \theta_0 + \omega t$$

Contoh:

- Tentukan persamaan yang menyatakan posisi sudut dari meja putar ketika meja tersebut berputar dengan kecepatan sudut tetap 45 putaran/menit. Koordinat sudut awal adalah 1,2 rad
- Tentukan sudut akhir pada waktu 2,4 sekon

*Penyelesaian*

Diketahui : Kecepatan sudut ( $\omega$ ) = 45 putaran/menit

$$\begin{aligned} 1 \text{ putaran/menit} &= \frac{2\pi}{60} \text{ rad/sekon} \\ &= 45 \cdot \frac{2\pi}{60} \text{ rad/sekon} \\ &= \frac{3\pi}{2} \text{ rad/s} \\ \theta_0 &= 1,2 \text{ rad} \end{aligned}$$

Ditanya : a. Persamaan posisi ?  
b  $\theta_t$  ?

a. Persamaan posisi sudut

$$\begin{aligned} \theta_t &= \theta_0 + \omega t \\ &= 1,2 \text{ rad} + \left(\frac{3\pi}{2} \text{ rad/s}\right) t \end{aligned}$$

b. Posisi sudut saat  $t = 2,4$  s

$$\begin{aligned} \theta_t &= \theta_0 + \omega t \\ \theta_t &= 1,2 \text{ rad} + \left(\frac{3\pi}{2} \text{ rad/s}\right) 2,4 \text{ s} \\ &= 1,2 \text{ rad} + 3,6\pi \text{ rad} \\ &= 4,8\pi \text{ rad} \end{aligned}$$

## 2. Gerak Melingkar Berubah Beraturan

Gerak melingkar dengan percepatan sudut konstan maka benda disebut gerak melingkar berubah beraturan (GMBB). Dalam GMBB ini,  $\alpha = \text{konstan}$

Kecepatan sudut pada saat  $t$  dapat ditentukan dengan rumus

$$\omega_t = \omega_0 + \alpha t$$

Posisi sudut pada saat  $t$  dapat ditentukan dengan rumus

$$\theta_t = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

Keterangan :  $\omega_t$  = kecepatan sudut pada saat  $t$  (rad/s)

$\omega_0$  = kecepatan sudut mula-mula (rad/s)

$\alpha$  = percepatan sudut (rad/s<sup>2</sup>)

$\theta_t$  = sudut yang ditempuh setelah  $t$  (rad)

Contoh:

Sebuah gerinda yang semula diam, mulai berputar dengan percepatan sudut tetap sebesar  $0,05\pi \text{ rad/s}^2$  selama 1 menit sebelum akhirnya berputar dengan kelajuan tetap. Gerinda itu memiliki jari-jari 0,5 m. Tentukan (a) kecepatan sudut akhir gerinda yang nilainya tetap dan (b) kelajuan linier!

*Penyelesaian*

Diketahui : percepatan sudut ( $\alpha$ ) =  $0,05\pi \text{ rad/s}^2$

$$\omega_0 = 0, t = 60 \text{ s}, r = 0,5 \text{ m}$$

Ditanya : a.  $\omega_t$ ?

b.  $v$ ?

a. Kecepatan sudut saat  $t = 60 \text{ s}$

$$\begin{aligned}\omega_t &= \omega_0 + \alpha t \\ &= 0 + 0,05\pi \cdot 60 \\ &= 3\pi \text{ rad/s}\end{aligned}$$

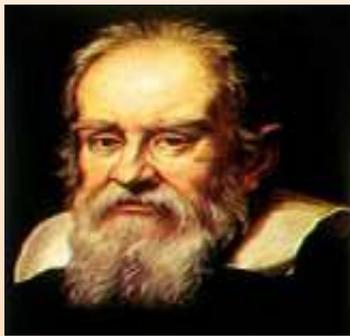
b. Kelajuan linier

$$\begin{aligned}v &= \omega_t r \\ &= 3\pi \cdot 0,5 \\ &= 1,5 \pi \text{ m/s}\end{aligned}$$

Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

1. Roda kendaraan bermotor berdiameter 43,18 cm. Jika kendaraan itu melaju dengan kelajuan tetap 36 km/jam, hitunglah
  - a. Periode putaran roda
  - b. Frekuensi putaran roda
  - c. Kecepatan sudut roda
2. Roda sepeda yang sedang berputar pada kecepatan 60 putaran permenit direm sampai berhenti. Sejak pengereman sampai berhenti roda berputar 15 putaran. Hitung perlambatan yang dilakukan oleh roda !

### *Tokoh Ilmuwan*



Sumber : <http://www.crystalinks.com>

Galileo Galilei dilahirkan di Pisa, Toscana pada tanggal 15 Februari 1564. Ia dianggap bertanggung jawab atas beberapa penemuan penting di bidang fisika, astronomi dan filsafat. Galileo lahir ketika Eropa sedang gencar-gencarnya mengadopsi ilmu baik itu dari bangsa Arab dan juga dari bangsa Yunani.

Galileo Galilei adalah seorang ilmuwan besar asal Italia, ia terkenal akan penyangkalannya terhadap keyakinan bahwa bumi pusat tata surya. Galileo meyakini bahwa bumi bukan pusat tata surya melainkan matahari.

Galileo juga mengkritisi teori yang diungkapkan Aristoteles yang menyebutkan bahwa dua benda yang beratnya berbeda jika dijatuhkan bersamaan maka yang tercepat sampai di tanah adalah benda yang paling berat. Galileo kemudian bereksperimen dengan menjatuhkan dua benda yang beratnya berbeda dari atas menara Pisa. Percobaan itu disaksikan oleh masyarakat banyak termasuk kalangan ilmuwan. Dari situ terlihat bahwa benda yang beratnya berbeda jatuhnya tetap bersamaan. Hal ini langsung mematahkan teori Aristoteles. Nama Galileo semakin diperhitungkan dibelantara keilmuan.

### 3. Hubungan Gerak Antar Roda-Roda

Pada sebuah mesin sering kita jumpai komponen yang bergerak melingkar dihubungkan dengan komponen yang lain untuk mendapatkan sistem gerak yang paling efisien sesuai dengan keperluan.

Hubungan antar komponen yang bergerak melingkar pada dasarnya terbagi menjadi 3 jenis, yaitu:

#### a. Hubungan roda sepusat



Sumber: <http://seputarkudus.com>  
Gambar 2.35 Menyetel pelk dikerjakan dengan menyatukan tromol pelk dan klaher dalam satu sumbu.

Tukang Stel Pelk sedang Menyetel ruji pada tromol pelk yang satu sumbu dengan klaher. Tromol pelk (A) dan klaher roda (B) yang terpasang sesumbu akan memiliki arah dan kecepatan sudut yang sama. Pada tromol pelk dan klaher berlaku persamaan

$$\omega_A = \omega_B$$

$$\frac{v_A}{r_A} = \frac{v_B}{r_B}$$

Contoh:

Jari-jari klaher terhadap sumbu 5 cm dan jari-jari tromol pelk 6 cm. Jika kecepatan tromol pelk bergerak dengan 4 m/s. Tentukan kecepatan klaher!

*Penyelesaian*

Diketahui : r klaher (B) = 0,05 m  
r tromol pelk (A) = 0,06 m  
v tromol pelk (A) = 4 m/s

Ditanya : v (B) ?

$$\frac{v_A}{r_A} = \frac{v_B}{r_B}$$

$$\frac{4}{0,06} = \frac{v_B}{0,05}$$

$$v_B = \frac{4}{0,05} \cdot 0,06 = 4,8 \text{ m/s}$$

### b. Hubungan roda-roda bersinggungan pada kedua tepinya



Sumber: <https://www.serayamotor.com>  
Gambar 2.36 arah putaran pada gear pada mesin motor berlawanan arah tetapi kelajuan sama.

pada mesin motor ketika dibuka terdapat gear besar (1) dan gear kecil (2) yang terpasang dalam sumbu yang berbeda. Arah putaran kedua gear memiliki gerak yang berlawanan, tetapi kelajuan linier kedua gear sama besar.

$$v_1 = v_2$$

$$\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2$$

### c. Hubungan roda-roda dengan menggunakan sabuk/tali/rantai



Sumber: <https://id.wikipedia.org>  
Gambar 2.36 Gear depan terhubung dengan gear belakang oleh rantai

Sebuah sepeda ontel terdapat Gear depan (1) dalam sepeda terhubung dengan gear kecil belakang (2) oleh rantai. Kedua gear walaupun jari-jari berbeda akan berputar dengan arah yang sama memiliki kelajuan linier yang sama pula.

$$v_1 = v_2$$

$$\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2$$

Contoh:

Sebuah gear depan sepeda berjari-jari terhadap sumbu 30 cm dan jari-jari gear belakang sepeda 8 cm. Jika kecepatan sudut gear depan bergerak dengan 4 rad/s. Tentukan kecepatan sudut gear belakang!

*Penyelesaian*

Diketahui : r gear depan (1) = 0,3 m  
r gear belakang (2) = 0,08 m  
 $\omega$  gear depan (1) = 4 rad/s

Ditanya :  $\omega$  gear belakang (2)?

$$\begin{aligned}\omega_1 r_1 &= \omega_2 r_2 \\ 4,0,3 &= \omega_2 \cdot 0,08 \\ \omega_2 &= \frac{4,0,3}{0,08} = 15 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

## Rangkuman

1. Gerak lurus adalah gerak suatu benda yang lintasannya berupa garis lurus.
2. Ada dua jenis gerak lurus, yaitu gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak lurus berubah beraturan (GLBB).
3. Pada gerak lurus beraturan (GLB) kecepatan benda selalu tetap, sedangkan pada gerak lurus berubah beraturan (GLBB) kecepatan benda berubah secara beraturan.
4. Jika sebuah benda bergerak sepanjang garis lurus dengan percepatan konstan, kecepatan ( $v$ ) dan jarak ( $x$ ) yang berkaitan dengan percepatan ( $a$ ), waktu ( $t$ ) yang diperlukan, dan posisi awal  $x_0$  serta kecepatan awal  $v_0$ , maka hubungan besaran-besaran fisis tersebut dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}v &= v_0 + at \\x_t &= x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \\v^2 &= v_0^2 + 2a(x_t - x_0)\end{aligned}$$

5. Persamaan untuk gerak dengan percepatan konstan tersebut berlaku dengan mengganti  $x$  dengan  $y$  atau  $a$  dengan  $g$
6. Kecepatan linier adalah kecepatan yang arahnya menyinggung lintasan dan tegak lurus terhadap jari-jari lintasan yang melingkar.  $v = \frac{2\pi r}{T}$   $v = 2\pi r f$
7. Selama benda bergerak melingkar, titik-titik pada benda tersebut memiliki laju sudut atau besar kecepatan sudut yaitu besar sudut yang di tempuh setiap satuan waktu

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

8. Hubungan laju linier dan laju anguler:  $v = \omega r$
9. Benda yang bergerak melingkar beraturan memiliki percepatan sentripetal:  $a_s = \frac{v^2}{r}$
10. Sebuah benda dikatakan bergerak melingkar beraturan, jika kecepatan sudut benda besarnya tetap atau dalam selang waktu yang sama sudut yang ditempuh oleh setiap titik pada benda itu sama. Persamaan gerak melingkar beraturan:

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \text{ dan } \theta_t = \theta_0 + \omega t$$

11. Sebuah benda di sebut melakukan gerak melingkar berubah beraturan jika kecepatan sudut benda tersebut besarnya berubah secara beraturan atau dalam selang waktu tertentu yang sama perubahan kecepatan sudut benda tetap.

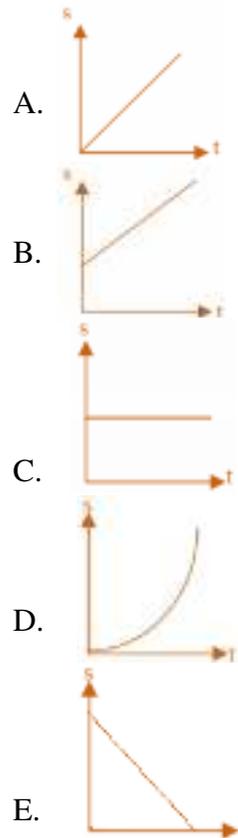
$$\omega_t = \omega_0 + \alpha t, \text{ dan } \theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t$$

## Evaluasi Bab 2 Gerak Benda

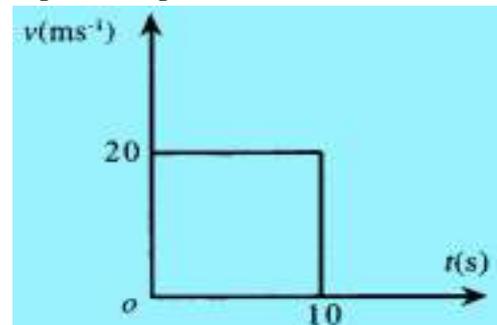
### Pilihan Ganda

#### Pilihlah Satu Jawaban Yang Tepat.

1. Kumpulan besaran berikut ini yang semuanya merupakan besaran vektor adalah . . . .
  - A. Perpindahan, kecepatan, percepatan
  - B. Kecepatan, kelajuan, percepatan
  - C. Perpindahan, kelajuan, jarak
  - D. Percepatan, jarak, frekuensi
  - E. Jarak, kelajuan, kecepatan
2. Jarak kota Pekalongan ke kota Kudus = 120 km. Pak Anton berangkat dari kota Pekalongan pukul 07.00 menuju kota Kudus menggunakan sepeda motor dengan kelajuan rata-rata 30 km/jam. Pak Anton tiba dikota Kudus pada pukul . . . .
  - A. 09:00
  - B. 09:30
  - C. 11:00
  - D. 11:30
  - E. 12:30
3. Benda yang melakukan gerak lurus beraturan mempunyai ciri-ciri sebagai berikut . . . .
  - A. kecepatannya tetap
  - B. kecepatannya berubah -ubah
  - C. kecepatannya berubah secara teratur
  - D. kecepatannya nol
  - E. percepatan tetap
4. dalam gerak melingkar besaran-besaran dibawah ini tetap, kecuali . . .
  - A. frekuensi
  - B. percepatan sentripetal
  - C. kelajuan
  - D. kelajuan linier
  - E. kecepatan sudut
5. Grafik yang menunjukkan hubungan antara jarak dan waktu pada gerak lurus beraturan adalah . . . .



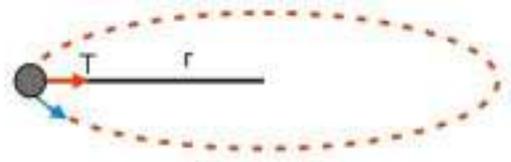
6. Dari grafik kecepatan di bawah ini, dapat disimpulkan bahwa . . . .



- A. benda mengalami GLB dengan kecepatan tetap 10 m/s
- B. benda mengalami GLB dengan kecepatan tetap 20 m/s
- C. benda bergerak lurus dipercepat beraturan
- D. benda bergerak lurus diperlambat beraturan
- E. benda mengalami GLBB

7. Sebuah mobil mula-mula diam kemudian digerakkan dengan percepatan  $2 \text{ m/s}^2$ , setelah 5 sekon jarak yang ditempuh mobil adalah. . . .
- 10 m
  - 15 m
  - 20 m
  - 25 m
  - 35 m
8. Sebuah Perahu menyeberangi sungai yang lebarnya 180 meter dan kecepatan arus airnya 4 m/s. Bila perahu diarahkan menyilang tegak lurus sungai dengan kecepatan 3 m/s, maka setelah sampai di seberang perahu telah menempuh lintasan sejauh. . . .
- 175 m
  - 225 m
  - 300 m
  - 325 m
  - 375 m
9. Sebuah benda jatuh bebas dari ketinggian 80 meter di atas tanah. Jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , maka kecepatan benda saat membentur tanah adalah. . . .
- 20 m/s
  - 25 m/s
  - 30 m/s
  - 35 m/s
  - 40 m/s
10. Sebuah benda dilemparkan ke dalam sumur dengan kecepatan awal  $4 \text{ m/s}^2$ . Bila benda mengenai permukaan air sumur setelah 2 sekon, maka kecepatan benda saat mengenai permukaan air sumur dan kedalaman sumur berturut-turut adalah ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ). . . .
- 24 m/s dan 28 m
  - 16 m/s dan 28 m
  - 16 m/s dan 24 m
  - 16 m/s dan 12 m
  - 24 m/s dan 24 m
11. Sebuah bola dilemparkan vertikal ke atas dan saat kemudian setelah mencapai ketinggian 5 m, bola itu akhirnya jatuh bebas. Jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$  kelajuan bola itu saat menyentuh tanah adalah. . . .
- 50 m/s
  - 40 m/s
  - 30 m/s
  - 20 m/s
  - 10 m/s
12. Seorang anak bermain balon air dan di lempar vertikal ke atas dengan kecepatan 10 m/s. Jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , tinggi balon air yang di capai adalah. . . .
- 2 m
  - 4 m
  - 8 m
  - 9 m
  - 10 m
13. Gerak melingkar beraturan memiliki :
1. Kecepatan linear tetap
  2. Percepatan sentripetal ke pusat lingkaran
  3. Gaya sentripetal menuju keluar lingkaran
- Pernyataan yang benar adalah. . . .
- 1, 3
  - 1, 2
  - 2, 3
  - 1, 2, 3
  - 3

14. Sebuah logam diikat di ujung tali dengan massa 150 g diputar secara beraturan membentuk lingkaran radius 0,6 m bila membuat 2 putaran dalam satu sekon berapa kelajuan linier logam . . . .



- A. 7,45 m/s  
 B. 7,54 m/s  
 C. 4,5 m/s  
 D. 5,4 m/s  
 E. 4,75 m/s
15. Jika periode suatu roda gerak melingkar beraturan adalah 5 s, frekuensi dan kecepatan sudut roda berturut-turut sebesar . . . .
- A. 5 Hz dan  $10\pi$  rad/s  
 B. 5 Hz dan  $0,2\pi$  rad/s  
 C. 0,2 Hz dan  $10\pi$  rad/s  
 D. 0,2 Hz dan  $0,2\pi$  rad/s  
 E. 0,2 Hz dan  $0,4\pi$  rad/s

16. Jari-jari sebuah roda adalah 0,5 m. Jika roda ini diputar dengan kecepatan sudut 20 rad/s, maka kecepatan linear roda adalah . . . .
- A. 40 m/s  
 B. 20,5 m/s  
 C. 19,5 m/s  
 D. 10 m/s  
 E. 9,5 m/s

17. Sebuah benda bergerak melingkar dengan percepatan sudut  $2 \text{ rad/s}^2$ . Jika mula-mula benda diam, tentukan lah kecepatan sudut benda setelah 5 sekon . . . .

- A. 10 rad/s  
 B. 15 rad/s  
 C. 20 rad/s  
 D. 25 rad/s  
 E. 30 rad/s

18. Perhatikan gambar dibawah ini!



Sebuah kipas angin berputar dengan frekuensi 4 Hz. maka:

1. Kecepatan sudut kipas  $8\pi$  rad/s
  2. Di titik berjarak 2 m dari pusat kipas laju linier  $16\pi$  m/s
  3. Di titik berjarak 0,5 m dari pusat percepatan sentripetalnya  $32\pi \text{ m/s}^2$
- Pernyataan yang benar adalah . . . .
- A. 1 dan 2  
 B. 1 dan 3  
 C. 1,2, dan 3  
 D. 2 saja  
 E. 3 saja

19. Perhatikan gambar dibawah ini!



Tiga buah benda pelk (A), cakram (B), dan gear belakang (C) yang berada pada satu poros memiliki jari-jari 17 cm, 8 cm, dan 6 cm, seperti yang terlihat pada gambar diatas. Jika

kecepatan linear pelk (A) adalah 10 m/s, tentukan: kecepatan sudut pelk (A) dan kelajuan linear pelk (A), cakram (B), gear belakang (C) . . . .

pilihan	$\omega_A$ rad/s	$v$ (m/s)		
		A	B	C
A	59	10	5	3,5
B	125	10	5	4,5
C	59	10	3,5	5
D	59	10	4,5	5
E	125	10	5	3,5

20. Perhatikan gambar dibawah ini!



Sebuah mobil mainan terdapat dinamo dengan gear warna biru dan gear hijau pada poros roda. Dua buah gear warna biru dan gear hijau bersinggungan satu sama lain seperti pada gambar di atas ini. Diketahui jari-jari dari masing-masing gear sebesar  $r$  hijau = 50 cm dan  $r$  biru = 30 cm. Kemudian gear biru dihubungkan pada dinamo penggerak sehingga dapat berputar dengan kecepatan sudut tetap 5 rad/s. Jika gear warna biru dan gear hijau berputar tanpa slip, kecepatan sudut gear hijau adalah . . . .

- A. 1 rad/s
- B. 2 rad/s
- C. 3 rad/s
- D. 4 rad/s
- E. 5 rad/s

# BAB 3

## HUKUM-HUKUM NEWTON



### Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan penyebab benda dapat bergerak.
2. Menyelidiki dan merumuskan hukum-hukum Newton melalui pengamatan.
3. Menganalisis hubungan antara gaya, massa, dan gerakan pada gerak lurus.
4. Melakukan percobaan untuk menyelidiki hubungan antara gaya, massa, dan percepatan pada gerak lurus.

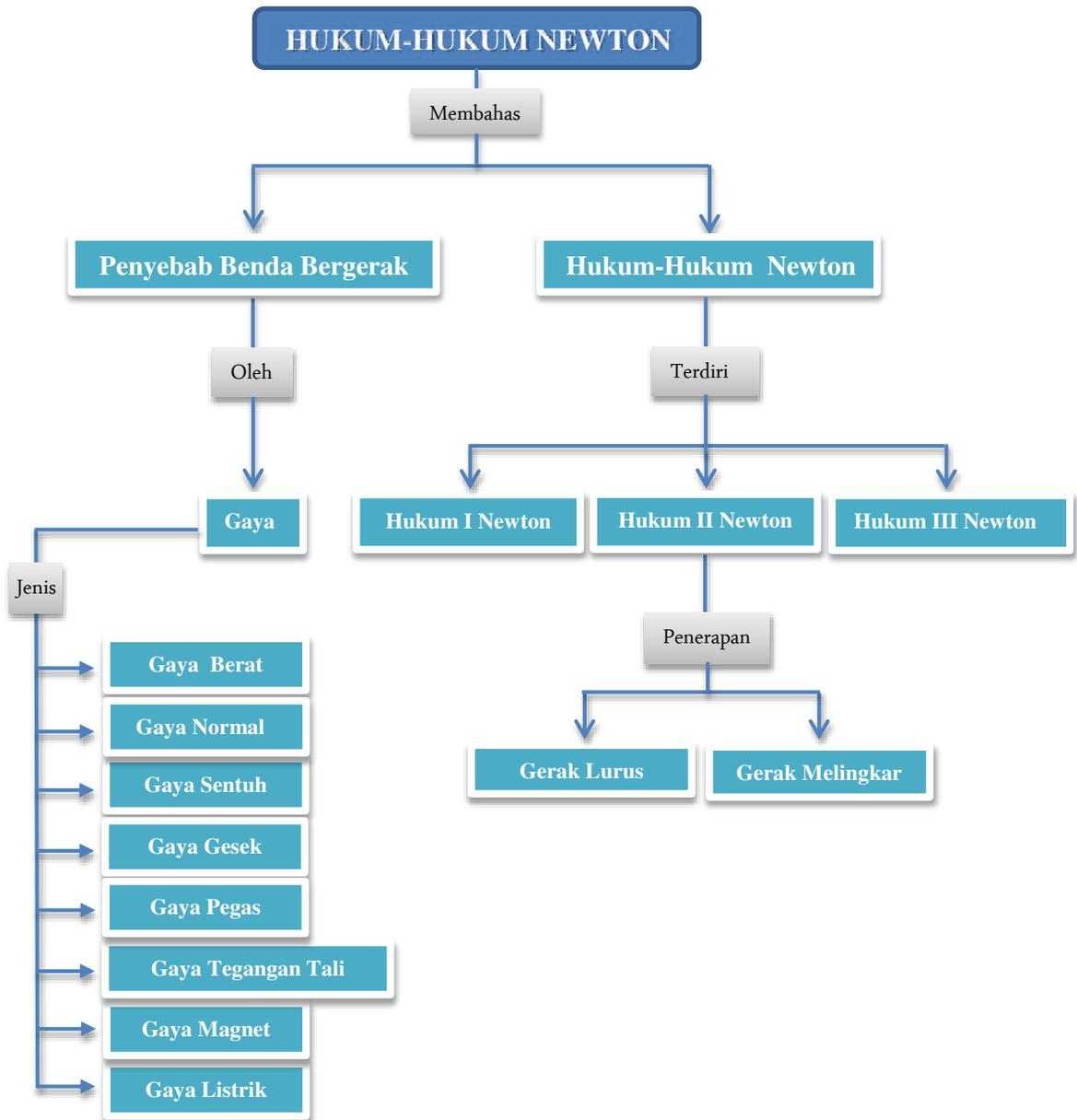


Sumber : <https://kaltim.antaranews.com>  
Gambar 3.1 Barang-barang bawaan penumpang kapal laut di angkut menggunakan angkutan gerobak.

Seorang buruh angkut barang di pelabuhan sedang menarik gerobak yang berisi barang-barang penumpang kapal laut. Dengan tarikan buruh angkut tersebut gerobak dapat berpindah tempat dari tempat bongkar muat barang ke tempat pengambilan barang. Pada awalnya, gerobak tersebut diam. Karena mendapat dorongan atau tarikan dari seorang buruh angkut, maka gerobak bergerak sehingga memiliki kecepatan tertentu.

Hubungan antara tarikan atau dorongan dengan gerak benda telah dipelajari Newton. Bagaimana Newton menjelaskan peristiwa tersebut? Kita akan mempelajarinya di bab ini.

# PETA KONSEP



## KATA KUNCI

Bidang	Gesekan Statik	Kinematika
Diagram Benda Bebas	Hukum I Newton	Kontraktor Boy-Boyan
Dinamika	Hukum II Newton	Massa
Gaya	Hukum III Newton	Percepatan Sentripetal
Gesekan Kinetik		

Di bab sebelumnya, kita telah mempelajari tentang gerak benda. Gerak diartikan sebagai perubahan posisi(kedudukan) suatu benda terhadap acuan tertentu. Ilmu yang mempelajari gerak dan penyebabnya disebut mekanika. Mekanika dibagi menjadi dua, yaitu kinematika dan dinamika. **Kinematika** adalah ilmu yang mempelajari tentang gerak tanpa meninjau penyebab dari gerak benda. Sedangkan, **Dinamika** adalah ilmu yang mempelajari gerak benda dengan meninjau penyebab dari gerak benda.

Oleh karena itu, untuk mengidentifikasi penyebab benda berubah posisi, kita perlu mengkaji gerak suatu benda dianggap sebagai gerak sebuah titik sehingga besaran-besaran dianalisis tanpa memperhitungkan penyebab geraknya, yaitu gaya.



Sumber : <http://www.si-pedia.com>  
Gambar 3.2 Aristoteles adalah bapak ilmu pengetahuan

Hukum tentang gerak dan penyebabnya sudah mulai dikaji sejak zaman Aristoteles (384-322 SM). Aristoteles seorang ahli filsafat dari Yunani berkata:

“Bahwa semua benda bergerak menuju satu tujuan, Karena benda tidak dapat bergerak dengan sendirinya maka harus ada penggerak dimana penggerak itu harus mempunyai penggerak lainnya. Suatu gaya, baik berupa tarikan maupun dorongan diperlukan untuk menjaga suatu benda bergerak”.

## A. PENYEBAB BENDA BERGERAK

### 1. Gaya dan Pengaruhnya Terhadap Benda



Sumber : <https://www.brilio.net>  
Gambar 3.3 Tukang parkir menata sepeda motor

Sudah tidak asing lagi bilamana di Indonesia, hampir di setiap tempat selalu saja ada tukang parkir motor. Ketika Anda mengamati sepeda motor di tempat parkir, sepeda tersebut diam pada tempatnya, setelah tukang parkir menata sepeda motor dengan rapi. Artinya sepeda motor mengalami gerak ketika tukang parkir memberikan dorongan.

Ketika dorongan dihentikan, sepeda tersebut ikut berhenti. Jadi, dorongan yang dilakukan tukang parkir dapat membuat sepeda motor bergerak dan bertambah kecepatannya, tarikan yang diberikan akan membuat kelajuan sepeda motor berkurang dan bahkan berhenti. Dalam fisika, dorongan dan tarikan yang diberikan kepada benda

dikenal dengan nama gaya. Jadi, **gaya** adalah dorongan atau tarikan yang dikerjakan pada sebuah benda. Dengan demikian, gaya dapat membuat benda diam menjadi bergerak dan dapat membuat benda bergerak menjadi diam. Gaya adalah besaran vektor, karena itu gaya mempunyai besar dan arah serta memenuhi aturan-aturan operasi vektor. Satuan untuk gaya adalah Newton, dan disingkat dengan N.



Sumber : <http://www.studiokeramik.org>  
Gambar 3.4 tanah liat yang diproses dengan memberi gaya akan berubah bentuk



Sumber : <http://www.mangyono.com>  
Gambar 3.5 Permainan gatrik dengan diberi gaya akan merubah arah dari posisi semula.

Gaya juga dapat mengubah bentuk benda dan arah gerak benda, misalnya tanah liat dapat berubah bentuk menjadi kerajinan gerabah. Ketika jari jari tangan pengrajin gerabah memberikan dorongan dan tarikan pada tanah liat, hasil gaya tersebut tanah liat akan berubah menjadi kendi.

Selain itu, gaya juga dapat mengubah arah gerak benda. Misalnya permainan gatrik permainan ini menggunakan alat dari dua potongan batang kayu kecil yang satu menyerupai tongkat berukuran kira kira 30 cm dan lainnya berukuran lebih kecil. Pertama potongan bambu yang kecil ditaruh di antara dua batu lalu dipukul oleh tongkat bambu. Pemain akan memukul dan mengarahkan kayu sejauh mungkin sekuat tenaga, Sesampainya batang kayu kecil awalnya diam ketika diberi gaya dorongan lalu di pukul sejauh mungkin arahnya akan berbelok ke arah yang dituju.

## 2. Jenis-Jenis Gaya

Dalam kehidupan sehari-hari kita banyak menemukan gaya dengan jenis yang berbeda satu dan yang lainnya. Gaya tarik, gaya dorong, dan gaya gesek merupakan beberapa gaya yang dapat kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Gaya dapat digolongkan berdasarkan sumbernya, yaitu dari mana asal dorongan atau tarikan. Gaya juga dapat digolongkan berdasarkan titik kerja gaya pada permukaan benda. Berdasarkan titik kerjanya gaya dapat digolongkan menjadi gaya sentuh dan gaya tak sentuh. Gaya yang titik kerjanya bersentuhan dengan permukaan benda disebut gaya sentuh, misalnya gaya gesek dan gaya pegas. Sedangkan gaya yang titik kerjanya tidak

bersentuhan dengan permukaan benda, disebut gaya tak sentuh, misalnya gaya angkat melalui perantara (tali, kayu, besi,). Berikut ini jenis-jenis gaya yang terdapat pada suatu benda.

### a. Gaya Berat

Semua benda yang berada dekat dengan permukaan bumi akan memperoleh suatu percepatan yang sama menuju pusat bumi. Percepatan seperti ini dinamakan sebagai percepatan gravitasi bumi. Perlu diingat bahwa benda memiliki suatu massa tertentu, sehingga pada benda yang berada dekat dengan permukaan bumi bekerja suatu gaya. Sehingga di peroleh hubungan antara berat dan massa. Gaya semacam ini disebut sebagai gaya berat, dirumuskan:

$$\vec{w} = m\vec{g}$$

Keterangan:

$\vec{w}$  = berat benda (N)

$m$  = massa benda (Kg)

$\vec{g}$  = percepatan gravitasi bumi ( $m/s^2$ )



Sumber : <https://www.kabarin.com>  
Gambar 3.6 Anak koin meloncat dari dermaga penyebrangan untuk mengambil koin yang dilmpar oleh penumpang ke laut.

Kemanakah arah gaya berat anak koin meloncat? Kita bisa membayangkan benda yang dilempar ke atas pasti akan jatuh ke bumi karena pengaruh gaya gravitasi bumi. Berat adalah gaya gravitasi bumi (sering disebut gaya tarik bumi). Oleh karena itu, vektor berat selalu berarah tegak lurus pada permukaan bumi menuju ke pusat bumi. Nilai percepatan gravitasi bumi di setiap tempat berbeda-beda bergantung pada jaraknya dari pusat bumi. Semakin menjauhi pusat bumi, maka gaya gravitasi bumi semakin kecil.

### b. Gaya Normal

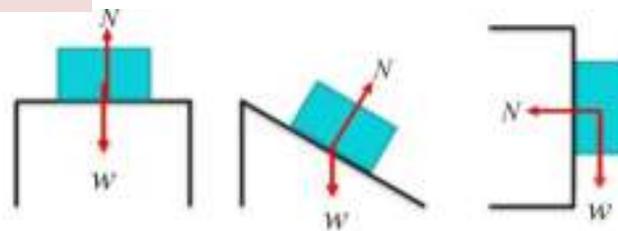
Gaya normal bekerja antara dua permukaan benda yang saling bersentuhan. Pada dua benda yang bersentuhan akan ada gaya dari permukaan benda yang satu ke permukaan benda yang kedua, dan sebaliknya. Gaya normal di lambangkan dengan  $\vec{N}$ . Arah gaya normal tegak lurus terhadap permukaan dan membentuk pasangan aksi-reaksi. Besar gaya normal dapat diketahui dari persamaan-persamaan hukum Newton, bila besar gaya-gaya yang lain diketahui. Gaya normal sama besar dengan gaya berat

benda namun arahnya berlawanan. Perhatikan gambar 3.7, mengapa buku yang diletakkan di atas meja tidak jatuh? Buku bersentuhan dengan meja, sehingga terdapat gaya yang bekerja pada buku terhadap meja yang arahnya tegak lurus atau vertikal ke atas. Gaya inilah yang disebut gaya normal.



Sumber : <http://www.fisikabc.com>  
**Gambar 3.7** Gaya normal pada buku di atas meja akan mengarah ke atas.

Sekarang, pada buku bekerja dua gaya, yaitu  $\vec{w}$  dan  $\vec{N}$  yang berlawanan arah dan besarnya sama gaya ini membentuk keseimbangan pada buku sehingga buku tidak jatuh.



Sumber : <http://www.fisikabc.com>  
**Gambar 3.8** Arah gaya normal dan berat balok dalam beberapa posisi (bidang datar, bidang miring, dan tegak).

### c. Gaya Sentuh



Sumber : <http://ragilsatriyo.blogspot.co.id>  
**Gambar 3.9** Mengangkat dirigen berisi air

Gaya sentuh adalah gaya yang dapat bekerja melalui sentuhan langsung dengan benda ataupun melalui perantara (tak langsung). Contoh perhatikan gambar di samping ini. Seorang wanita mengangkat dirigen berisi air. Ada lima dirigen berisi air yang menempel pada tubuh wanita tersebut. Dua dirigen di angkat menggunakan tangan dan tiga dirigen diikatkan tali kain yang dikenakan kepala.

Gaya angkat oleh tangan merupakan gaya sentuh langsung antara tangan dengan dirigen. Sedangkan tiga dirigen yang ada di pundak merupakan gaya sentuh tak langsung. Gaya sentuh tak langsung yaitu gaya yang bekerja walaupun tidak melalui sentuhan, dimana dirigen diikat menggunakan tali kain yang dikenakan kepala.

#### d. Gaya Gesek



Gaya gesek merupakan gaya yang terjadi karena bersentuhannya dua permukaan benda, yang cenderung menentang pergerakan benda.

Contoh gaya gesek adalah gaya yang bekerja pada rem sepeda. Saat akan berhenti, karet rem sepeda akan bersentuhan dengan pelek sehingga terjadi gesekan. Sehingga menyebabkan sepeda berhenti ketika mengerem.

Besar gaya gesek dipengaruhi oleh sifat permukaan sentuhan. Sifat permukaan sentuhan itu dapat dinyatakan dalam bentuk angka karakteristik yang dikenal sebagai koefisien gesek yang dilambangkan dengan ( $\mu$ ). Nilai koefisien gesek berkisar antara nol dan 1, sehingga  $0 \leq \mu \leq 1$ .

Ada dua koefisien gesek, yaitu koefisien gesek statik  $\mu_s$  dan koefisien gesek kinetik  $\mu_k$ .

##### 1) Gaya gesek statik

Gaya gesek statik adalah gaya gesek yang terjadi selama benda diam, dilambangkan dengan  $f_s$ . Jika gaya gesek ( $F$ ) terus diperbesar, maka gaya gesek statik ( $f_s$ ) juga semakin besar dan terus melawan gaya ( $F$ ), sampai suatu saat gaya gesek statik mencapai nilai maksimum. Jika  $F$  terus diperbesar, maka  $f_s$  yang sudah berada pada nilai maksimumnya tak mampu lagi melawan gaya  $F$  sehingga benda mulai bergerak. Gaya gesek statik maksimum merupakan gaya terkecil yang dibutuhkan agar benda mulai bergerak. Syarat gaya gesek statik maksimum :

- Tidak tergantung luas daerah kontak.
- Sebanding dengan gaya normal.

$$f_s \leq \mu_s N$$

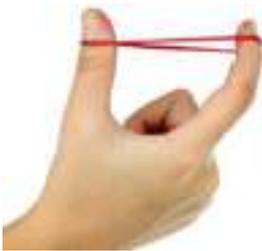
$$f_s = f_s \text{ maks} = \mu_s N$$

##### 2) Gaya gesek kinetik

Gaya gesek yang terjadi selama benda sedang bergerak disebut gaya gesek kinetik dilambangkan dengan  $f_k$ .

$$f_k = \mu_k N$$

### e. Gaya Pegas



Sumber : [www.peakaboostplay.com](http://www.peakaboostplay.com)  
Gambar 3.11 Elastik karet gelang

Gaya pegas adalah gaya tarik dan dorong yang ditimbulkan oleh pegas. Pada karet gelang dan pegas yang diregangkan atau dimampatkan, akan timbul gaya kearah benda yang merenggangkannya atau memampatkannya dan cenderung kembali dalam keadaan setimbang/semula. Oleh karena itu gaya pegas disebabkan oleh sifat elastik atau sifat lenting pegas sehingga gaya pegas juga disebut gaya elastik atau gaya lenting.

### f. Gaya Tegangan Tali



Sumber : [astudioarchitect.com](http://astudioarchitect.com)  
Gambar 3.12 Katrol pengangkut material

Gaya tegangan tali adalah gaya yang bekerja pada ujung-ujung tali karena tali itu tegang. Jika tali dianggap ringan maka gaya tegangan tali pada kedua ujung tali yang sama, dianggap sama besarnya. Gaya tegangan bekerja pada tali atau tambang yang dimanfaatkan oleh tukang bangunan, untuk mengangkat material dari bawah ke atas di kedua ujung tali atau tambang dengan besar gaya yang sama.

### g. Gaya Magnet



Sumber : <http://m.infospesial.net>  
Gambar 3.13 Aksesoris magnet dapat menempel pada permukaan lemari es karena ada dorongan magnet.

Gaya magnet merupakan gaya yang ditimbulkan oleh tarikan atau dorongan dari magnet. Contoh gaya magnet adalah mainan magnet yang ditempelkan di pintu lemari es dan tertariknya paku ketika didekatkan dengan magnet. Gaya magnet dapat menarik benda-benda, yang terbuat dari besi dan baja.

## h. Gaya Listrik



Sumber : <http://klikfisikaku.blogspot.co.id>  
Gambar 3.14 Sisir terdapat muatan listrik yang dapat menarik kertas

Gaya listrik merupakan gaya yang ditimbulkan oleh muatan listrik suatu benda. Contoh gaya listrik terjadi ketika sisir plastik yang digosokkan pada rambut kering dapat menarik potongan-potongan kertas kecil.

penggaris yang telah digosok-gosokkan pada rambut kering akan bermuatan listrik, sehingga penggaris dapat menarik serpihan kertas tersebut. Gaya yang ditimbulkan oleh muatan listrik disebut gaya listrik statis. Di sekitar benda bermuatan listrik terdapat medan listrik.

## Gravitasi 3.1

Gerak Prestasi

Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

1. Apa yang dimaksud dengan gaya dan apa satuannya ?
2. Sebutkan beberapa peristiwa di mana benda yang awalnya bergerak akan berhenti setelah diberikan gaya?
3. Sebutkan beberapa peristiwa di mana benda yang bergerak arahnya akan berubah setelah dikerjakan gaya padanya?
4. Sebutkan jenis-jenis gaya yang terdapat pada suatu benda?
5. Apa perbedaan massa dan berat ?
6. Sebuah buku diletakkan diatas meja belajar yang memiliki massa 2 Kg. Tentukan gaya berat dan gaya normal buku tersebut jika besar percepatan gravitasi  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

## Tokoh Ilmuwan



Sumber : <http://www.biografiku.com>  
Gambar 3.15 Sir Issac Newton

Tokoh satu ini terkenal karena menemukan hukum gravitasi dan juga termasuk salah satu orang paling jenius yang ada di muka bumi. Sir Isaac Newton lahir di Woolstrophe, Inggris, tepat pada hari Natal tahun 1642, bertepatan tahun dengan wafatnya Galileo, dia lahir sesudah ayahnya meninggal Beliau merupakan seorang fisikawan, matematikawan, ahli astronomi dan juga ahli kimia.

Sejak usia 12 hingga 18 tahun, Newton mengenyam pendidikan di sekolah The Kings School yang terletak di Grantham. Pada umur 18 tahun dia masuk Universitas Cambridge. Antara usia 21-27 tahun dia menulis buku *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, hukum gerak yang ditemukannya, dimana benda akan tertarik ke bawah karena gaya gravitasi.

Newton merupakan orang pertama yang menjelaskan tentang teori gerak, Newton menemukan spektrum warna ketika melakukan percobaan dengan melewati sinar putih pada sebuah prisma, dia juga percaya bahwa sinar merupakan kumpulan dari partikel-partikel. Newton menghembuskan nafas terakhirnya pada 31 maret 1727 usia 84 tahun, dikebumikan di Westminster Abbey. Namanya akan selalu di kenang, “Newton” ditetapkan sebagai satuan gaya.

#### **Daftar karya Newton :**

1. Method of Fluxions (1671)
2. De Motu Corporum (1684)
3. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687)
4. Opticks (1704)
5. Reports as Master of the Mint (1701-1725)
6. *Arithmetica Universalis* (1707)
7. *An Historical Account of Two Notable Corruptions of Scripture* (1754)



### **PARUT**

Indonesia dengan banyak pulau pastinya kebutuhan dan kebiasaan masyarakat di Indonesia sangatlah berbeda-beda. Seperti halnya dengan buah kelapa, banyak cara yang dilakukan masyarakat untuk mengolahnya agar bisa dijadikan sesuatu yang lebih bermanfaat.



Sumber : <http://solo.tribunnews.com>  
Gambar 3.16 Memarut buah kelapa

Salah satunya pada pengolahan buah kelapa untuk makanan urap, pasti dibutuhkan parutan kelapa. Contoh gambar di atas adalah seorang anak sedang memarut kelapa. Memarut kelapa merupakan salah satu contoh gaya gesek dalam kehidupan sehari-hari.

Kita ketahui gaya gesek muncul jika permukaan dua benda bersentuhan secara langsung secara fisik. Arah gesekan searah dengan permukaan bidang sentuh dan

berlawanan dengan arah kecenderungan gerak. Kelapa yang telah dikupas kulitnya di beri gaya turun naik pada parut, kelapa akan bersentuhan langsung dengan permukaan kasar parut. Gaya yang diberikan harus besar melihat permukaan parut yang kasar untuk menghasilkan parutan kelapa. Selain memarut kelapa, mengamplas permukaan kayu, besi atau bahan plastik, dan serut es termasuk gaya gesek.

### Kegiatan 3.1

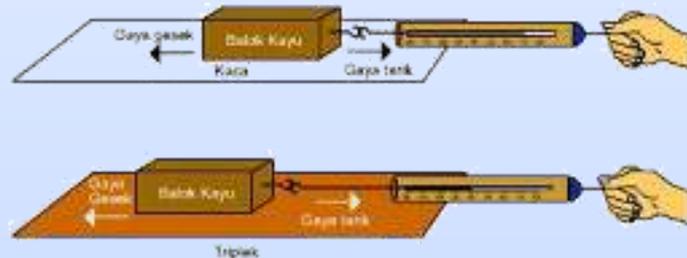
#### Gaya Gesekan

##### A. Tujuan

Menyelidiki gesekan pada bidang datar.

##### B. Alat dan bahan

Balok, Neraca pegas, kaca, papan triplek.



##### C. Petunjuk Kerja

###### 1. Kaca

- Letakkan balok di atas kaca kemudian, kaitkan neraca pegas pada balok.
- Tariklah sedikit neraca pegas tersebut secara mendatar, amati dan catat nilai skala yang ditunjukkan pada neraca pegas.
- Ulangi lagi dengan menambah gaya tarikan sampai balok mulai bergerak dan teruskan tarikan neraca pegas dengan kecepatan tetap, amati dan catat nilai skala yang ditunjukkan pada neraca pegas.

###### 2. Papan Triplek

- Letakkan balok di atas papan triplek kemudian, kaitkan neraca pegas pada balok.
- Lakukan langkah percobaan yang sama dengan no. 2-3.

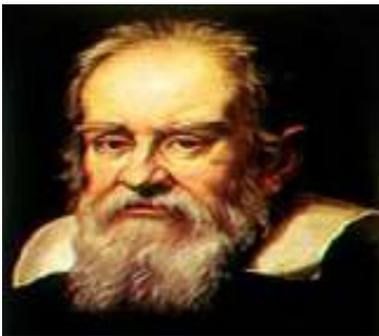
##### D. Pertanyaan

- Bandingkan hasil pengukuran balok di atas kaca dengan balok di atas papan triplek, apa yang dapat Anda simpulkan? Jelaskan !
- Data yang diperoleh diserahkan ke guru Anda !

## B. HUKUM-HUKUM NEWTON

### 1. Hukum I Newton

Aristoteles, seorang filsuf Yunani pernah menyatakan bahwa diperlukan sebuah gaya agar benda tetap bergerak pada bidang datar. Menurut Aristoteles, keadaan alami dari sebuah benda adalah diam. Oleh karena itu perlu ada gaya untuk menjaga agar benda tetap bergerak. Ia juga mengatakan bahwa laju benda sebanding dengan besar gaya, di mana makin besar gaya, maka makin besar laju gerak benda tersebut.



Sumber : <http://www.crystalinks.com>  
Gambar 3.17 Galileo Galilei

Kemudian, seorang berkebangsaan Italia yang bernama Galileo Galilei (1564-1642), melakukan eksperimen untuk membuktikan kesalahan-kesalahan dalam memandang hakikat benda diam, seperti yang terungkap di atas. Dia mencoba menggerakkan suatu benda pada permukaan yang licin. Telah diamati bahwa makin licin permukaan bidang di mana benda bergerak, maka benda itu cenderung bergerak lebih lama tanpa mengalami perubahan gerak.

Akhirnya disimpulkan bahwa jika permukaan licin sempurna, atau gesekan antara bidang horizontal dengan permukaan benda dihilangkan sama sekali, maka benda cenderung bergerak lurus beraturan, dan hal ini kemudian dikenal sebagai prinsip Galileo. Dengan perkataan lain, Galileo menyatakan bahwa untuk mengubah kecepatan suatu benda diperlukan gaya luar.

Prinsip Galileo kemudian dikembangkan oleh seorang yang berkebangsaan Inggris bernama Isaac Newton (1642-1727) sebagai suatu hukum, yang kemudian dikenal sebagai hukum I Newton, yang menyatakan bahwa:

*Dalam kerangka inersial, setiap benda akan tetap dalam keadaan diam atau bergerak lurus beraturan jika resultan gaya yang bekerja padanya adalah nol.*

Secara matematis dapat ditulis:

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

Keterangan:

$$\sum \vec{F} = \text{Resultan Gaya (N)}$$

Jika resultan gaya pada pada suatu benda sama dengan nol maka benda yang mula-mula diam akan tetap diam dan benda yang mula-mula bergerak akan terus bergerak dengan kecepatan tetap.

Kecenderungan suatu benda untuk tetap bergerak atau mempertahankan keadaan diam dinamakan inersia. Karenanya, hukum I Newton dikenal juga dengan julukan Hukum Inersia atau Hukum Kelembaman.

Sifat lembam ini dapat kita amati, misalnya sering kita alami adalah ketika berada di dalam mobil. Apabila mobil bergerak maju secara tiba-tiba, maka tubuh kita akan sempoyongan ke belakang, demikian juga ketika mobil tiba-tiba direm, tubuh kita akan sempoyongan ke depan. Hal ini diakibatkan karena tubuh kita memiliki kecenderungan untuk tetap diam jika kita diam dan juga memiliki kecenderungan untuk terus bergerak jika kita telah bergerak.

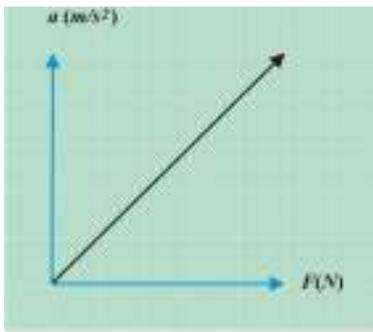
## 2. Hukum II Newton

Apa yang terjadi pada benda jika gaya yang bekerja atau beberapa gaya yang resultannya pada benda tidak sama dengan nol ? Pada keadaan ini ternyata kecepatan benda selalu berubah. Karena perubahan kecepatan merupakan percepatan, maka kita katakan bahwa benda mengalami percepatan. Kaitan antara percepatan dan resultan gaya inilah yang diselidiki oleh Newton.

### a) Hubungan antara percepatan dan resultan gaya



Sumber : <http://industri.bisnis.com>  
Gambar 3.18 mendorong es balok



Sumber: pribadi  
Gambar 3.19 :grafik hubungan  $a$  dan  $F$

Bayangkan anda sedang mendorong sebuah balok es di atas permukaan mendatar yang licin (gaya gesekan diabaikan) satu-satunya gaya yang bekerja pada balok es adalah gaya dorongan dari anda. Misalkan Anda mendorong dengan gaya  $P$  dihasilkan percepatan  $2 \text{ m/s}^2$ .

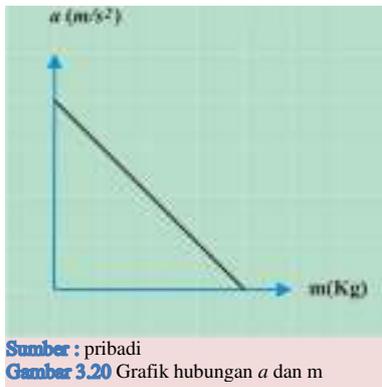
Ketika anda memperbesar gaya dorong dua kali lipat menjadi  $2P$  ternyata dihasilkan percepatan yang juga dua kali lipat yaitu  $4 \text{ m/s}^2$ . disimpulkan bahwa *percepatan berbanding lurus dengan resultan gaya yang bekerja.*

Dari pernyataan di atas, dapat di tulis sebagai berikut:

$$a \propto F$$

b) Hubungan antara percepatan dan massa benda

Ukuran kemampuan benda mempertahankan keadaan diam atau keadaan geraknya adalah kelembaman. Ini sama saja artinya bahwa percepatan benda dipengaruhi oleh kelembamannya. Sedangkan kuantitas kelembaman benda diukur oleh massanya.



Dengan demikian percepatan berhubungan dengan massa. Untuk menentukan hubungan percepatan dengan massa benda, gaya dorong harus dijaga tetap. Seperti kasus sebelumnya, ketika anda mendorong sebuah balok es dengan gaya  $\vec{P}$  dihasilkan percepatan  $2 \text{ m/s}^2$ . Ketika massa anda diperbesar dua kali lipat yaitu menjadi dua balok es ternyata dihasilkan percepatan  $1 \text{ m/s}^2$  atau setengah kali semula. Dapat disimpulkan bahwa *percepatan berbanding terbalik dengan massa benda*.

$$a \propto \frac{1}{m}$$

Kedua hubungan yang diperoleh dari eksperimen tersebut dapat diringkaskan sebagai berikut :

Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada sebuah benda berbanding lurus dengan gaya itu, searah dengan gaya, dan berbanding terbalik dengan massa benda.

Newton berhasil mencetuskan hukum keduanya tentang gerak, yang dikenal sebagai Hukum Newton II yang berbunyi sebagai berikut :

*percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada sebuah benda besarnya berbanding lurus dengan gaya tersebut, searah dengan gaya tersebut, dan berbanding terbalik dengan massanya.*

Secara matematis dapat dinyatakan sebagai :

$$\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m}$$

Keterangan:

$\sum \vec{F}$  = Resultan Gaya (N)

$m$  = Massa (Kg)

$\vec{a}$  = Percepatan ( $\text{m/s}^2$ )

Contoh :

Sebuah bus bermassa 800 kg dipercepat oleh mesinnya dari keadaan diam sampai 20 m/s dalam waktu 10 s. Jika gesekan jalan dan hambatan angin diabaikan, tentukan gaya mesin yang menghasilkan percepatan ini?

*Penyelesaian*

Percepatan bus adalah:

$$\begin{aligned} a &= (v - v_0) / t \\ &= (20 - 0) / 10 \\ &= 2 \text{ m} / \text{s}^2 \end{aligned}$$

Gaya yang dihasilkan mesin bus adalah:

$$\begin{aligned} \Sigma F &= m a \\ &= (800) (2) \\ &= 1600\text{N} \end{aligned}$$

### 3. Hukum III Newton



Sumber : <http://www.merdeka.com>  
Gambar 3.21 Pemecah batu dengan menggunakan martil

Mengapa saat tukang pecah batu menggunakan martil untuk memukul sebuah batu, martil bisa kembali lagi ke atas? Hal ini disebabkan karena ketika memukul batu, batu membalas memberikan gaya kepada kaki kita, di mana besar gaya tersebut sama, hanya berlawanan arah. Gaya yang diberikan arahnya menuju batu, sedangkan gaya yang diberikan oleh batu arahnya menuju martil. Ini yang menyebabkan martil dapat kembali ke atas.

Penjelasan tersebut merupakan inti hukum Newton III yaitu,

*Ketika suatu benda memberikan gaya pada benda lain, benda kedua tersebut memberikan gaya yang sam besar tetapi berlawanan arah terhadap benda yang pertama. Setiap gaya mekanik selalu muncul berpasangan, yang satu disebut aksi dan yang kedua disebut reaksi, sedemikian sehingga aksi = - reaksi*

$$\vec{F}_{\text{aksi}} = -\vec{F}_{\text{reaksi}}$$

Keterangan:

$\vec{F}_{\text{aksi}}$  = gaya yang bekerja pada benda

$\vec{F}_{\text{reaksi}}$  = gaya reaksi benda akibat gaya aksi

Hukum warisan Newton ini dikenal dengan julukan hukum aksi-reaksi. Jika ada aksi maka ada reaksi, yang besarnya sama dan berlawanan arah. Kadang-kadang kedua gaya tersebut disebut pasangan aksi-reaksi. Ingat bahwa kedua gaya tersebut (gaya aksi-gaya reaksi) bekerja pada benda yang berbeda.



1. Apa yang dimaksud dengan kelembaman suatu benda ?
2. Jelaskan inti hukum II Newton ?
3. Jelaskan inti hukum III Newton ?
4. Gaya 20 N pada sebuah benda menyebabkan benda tersebut bergerak dengan percepatan tertentu. Jika massa benda 2 kg, hitung percepatan benda tersebut!
5. Sebuah benda bermassa 3 kg bergerak pada bidang datar yang licin dengan kecepatan 8 m/s dan bertambah menjadi 10 m/s setelah menempuh jarak 8 m. Hitung besar gaya mendatar yang menyebabkan pertambahan kecepatan benda tersebut?



### Kontrakol / Boy Boyan



Sumber : <http://nklo2009.blogspot.co.id>  
Gambar 3.22 Permainan kontrakol/Boy

Nusantara adalah negeri yang besar dan kaya akan beragam warisan, salah satunya adalah permainan anak. Ya, Permainan anak (dolan bocah), demikian orang Jawa biasa menyebutnya. Salah satu permainan tradisional Indonesia adalah Kontrakol/ Boy boyan.

Inti Permainan kontrakol diawali dengan melempar bola ke arah tumpukan genteng dari jarak yang sudah ditetapkan oleh para pemain. Penentuan kalah menangnya permainan boy-boyan ini ditentukan bila kelompok yang bermain berhasil menyusun kembali genteng dan mengucapkan “BOY”.

Saat pemain melemparkan bola dengan massa “ $m$ ”, resultan gaya dorongan “ $F$ ” dan percepatan bola “ $a$ ”. Bila gaya diperbesar maka percepatan bola bertambah, sedangkan apabila massa bola diperbesar maka percepatan akan menurun karena itu dibutuhkan gaya yang lebih besar pula untuk meningkatkan percepatan bola.  $a = \frac{F}{m}$

### Kontrakol (Boy-boyan)

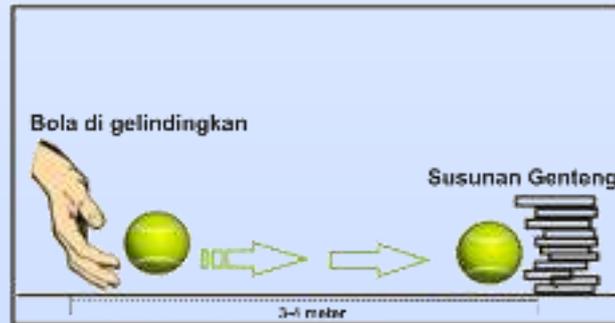
#### A. Tujuan

Menyelidiki kaitan hubungan antara percepatan, gaya, dan massa pada benda.

#### B. Alat dan bahan

Bola kasti, bola voli, pecahan genteng.

#### C. Petunjuk Kerja



1. Permainan kontrakol sebaiknya dilakukan di halaman luar dan luas.
2. Susun pecahan genteng ke atas. Lihat gambar
3. Buat garis pelemparan bola, jarak pelemparan bola dengan susunan genteng  $\pm 3-4$  meter.
4. Gelindingkan bola kasti ke arah susunan genteng, amati gerakannya.
5. Susun kembali pecahan genteng.
6. Gelindingkan bola kasti dengan dorongan (gaya resultan) yang berbeda ke arah susunan genteng, amati gerakannya. (Susun kembali pecahan genteng)
7. Gelindingkan bola voli ke arah susunan genteng, amati gerakannya. (Susun kembali pecahan genteng)
8. Gelindingkan bola voli dengan dorongan (gaya resultan) yang berbeda ke arah susunan genteng, amati gerakannya.
9. Lakukanlah berkali-kali sampai tidak ada keraguan lagi.

#### D. Pertanyaan

1. Bandingkan hasil pengamatan bola kasti dengan bola voli, manakah yang percepatannya lebih besar? Jelaskan!
2. Apakah yang akan terjadi dengan percepatan bola ketika dorongan (gaya resultan) bertambah, tetapi massa bola dijaga konstan?
3. Data yang diperoleh diserahkan ke guru Anda!

## C. PENERAPAN HUKUM-HUKUM NEWTON

### 1. Diagram Benda Bebas

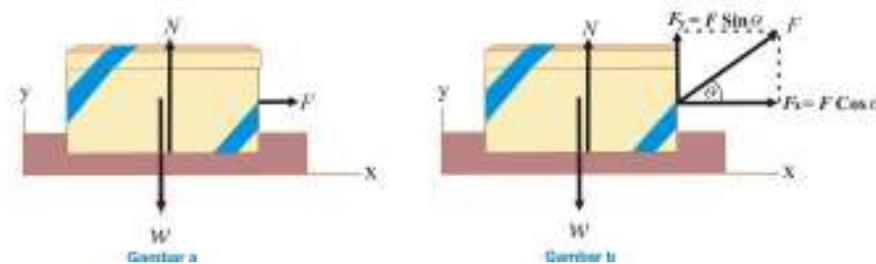
Ketika mengerjakan soal mengenai dinamika gerak khususnya tentang hukum Newton maka perlu memahami mengenai penggambaran diagram benda bebas. Penggambaran diagram benda bebas adalah menggambar semua gaya yang berpengaruh pada benda. Urutan cara atau teknik menggunakan hukum Newton adalah sebagai berikut:

- a. Gambarkan sketsa situasinya.
- b. Analisis tiap benda (satu persatu) dan gambar diagram benda bebas untuk benda tersebut, yang menunjukkan semua gaya yang bekerja pada benda itu, termasuk gaya-gaya yang tidak diketahui yang harus anda cari. Jangan gambarkan gaya yang diberikan benda tersebut pada benda lain. Gambar anak panah untuk setiap vektor gaya dengan cukup akurat hal arah dan besar, beri tabel pada tiap gaya termasuk gaya-gaya yang harus dicari, menurut sumbernya (gravitasi, benda, gesekan, dan seterusnya). Jika ada beberapa benda yang terlibat, gambarlah diagram benda bebas untuk setiap benda secara terpisah, dengan menunjukkan semua gaya yang bekerja pada benda itu (dan hanya gaya yang bekerja pada benda itu). Untuk setiap gaya anda harus jelas mengenai: pada benda apa gaya tersebut bekerja dan oleh benda apa gaya tersebut diberikan, Hanya gaya-gaya yang bekerja pada sebuah benda yang dapat dirumuskan dalam  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ , dalam benda itu.
- c. Hukum Newton kedua melibatkan vektor, dan biasanya penguraian vektor menjadi komponen sangat penting. Pilih sumbu x dan y sedemikian sehingga perhitungan menjadi sederhana.
- d. Untuk setiap benda, hukum Newton kedua dapat diterapkan ke komponen x dan y secara terpisah. Yaitu, komponen x dari gaya total pada benda tersebut akan berhubungann dengan komponen x dari percepatan benda :  $\sum \mathbf{F}_x = m\mathbf{a}_x$  dan hal yang sama berlaku untuk arah y  $\sum \mathbf{F}_y = m\mathbf{a}_y$ .
- e. Selesaikan persamaan-persamaan tersebut untuk mencari hal yang tidak diketahui.

## 2. Penerapan Hukum Newton

### a. Benda di atas permukaan datar

#### 1) Benda yang diletakan pada bidang datar licin dan ditarik dengan gaya konstan (gesekan nol)



Sumber : Pribadi

Gambar 3.23 Kotak hadiah pada permukaan licin

Berdasarkan hukum II Newton, percepatan gerak benda adalah:

Komponen gaya yang bekerja pada sumbu x (Horizontal) dan sumbu y (vertikal) adalah:

Gambar a

Gambar b

Sumbu x (Horizontal) :

$$\sum F_x = ma$$

$$\sum F = ma$$

$$a = \frac{F}{m}$$

$$\sum F_x = ma$$

$$F_x = ma$$

$$F \cos \theta = ma \quad a = \frac{F \cos \theta}{m}$$

Sumbu y (Vertikal) :

$$\sum F_y = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$

$$N = mg$$

$$\sum F_y = 0$$

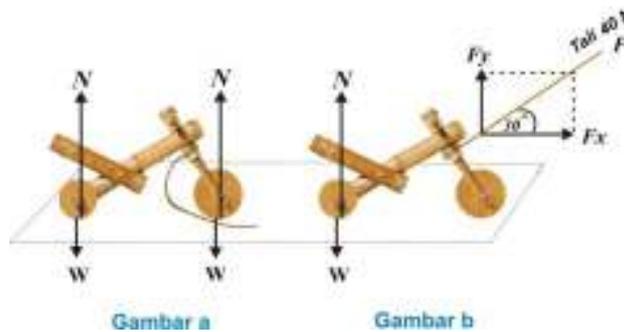
$$F_y - N - W = 0$$

$$F \sin \theta - N - mg = 0$$

$$N = mg - F \sin \theta$$

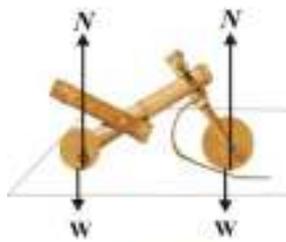
Contoh :

Ahmad sedang bermain sepeda motor mainan terbuat dari bambu 0,5 Kg di lantai (sepanjang permukaan licin). Kemudian Ahmad memberikan tarikan melalui tali sebesar 40 N pada sepeda motor dengan sudut  $30^\circ$  seperti pada gambar di awah ini, jika percepatan gravitasi  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Hitung nilai gaya normal dan percepatan pada gambar a dan b?



Sumber : Pribadi  
 Gambar 3. 24 Sepeda motor dari bambu

Penyelesaian



Gambar a

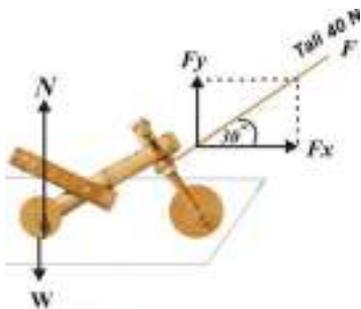
Berdasarkan rumus hukum II Newton

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ N - W &= 0 \\ N &= W \\ N &= 0,5 \cdot 9,8 = 4,9 \text{ N} \end{aligned}$$

Karena sepeda motor dalam keadaan diam maka

$$\begin{aligned} \sum F_y &= m a_x \\ a_x &= 0 \end{aligned}$$

Berdasarkan rumus hukum II Newton

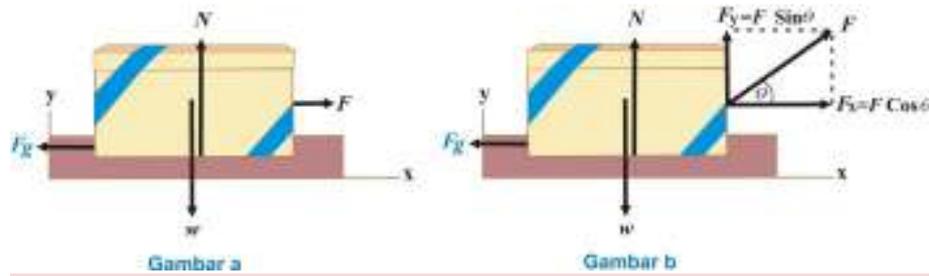


Gambar b

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ F_y - N - W &= 0 \\ F \sin \theta - N - mg &= 0 \\ N &= mg - F \sin \theta \\ &= 0,5 \cdot 9,8 - 40 \sin 30^\circ \\ &= 49 - 20 = 29 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_x &= ma \\ F \cos \theta &= ma \\ a &= \frac{F \cos \theta}{m} = \frac{40 \cos 30^\circ}{0,5} = \frac{40 \cdot 0,866}{0,5} \\ &= \frac{34,6}{0,5} = 69,2 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

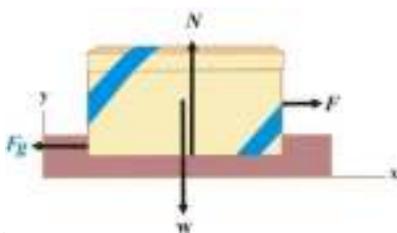
2) Benda yang diletakan pada bidang datar kasar dan ditarik dengan gaya konstan (ada gaya gesekan)



Sumber : Pribadi  
 Gambar 3.25 Kotak hadiah pada permukaan kasar

Komponen gaya yang bekerja pada sumbu x (Horizontal) dan sumbu y (vertikal) adalah:

<p>Gambar a</p> <p>Sumbu x (Horizontal) :</p> $\sum F_x = ma$ $F - f_g = ma$ $a = \frac{F - f_g}{m}$ <p>Sumbu y (Vertikal) :</p> $\sum F_y = 0$ $N - W = 0$ $N = W$ $N = mg$	<p>Gambar b</p> <p>Sumbu x (Horizontal) :</p> $\sum F_x = ma$ $F_x = ma$ $F \cos \theta - f_g = ma \quad a = \frac{F \cos \theta - f_g}{m}$ <p>Sumbu y (Vertikal) :</p> $\sum F_y = 0$ $F_y - N - W = 0$ $F \sin \theta - N - mg = 0$ $N = mg - F \sin \theta$
--	--



Sumber : Pribadi  
 Gambar 3.26 Kotak hadiah diatas papan kasar

Gaya gesekan yang bekerja pada dua permukaan benda yang bersentuhan, ketika benda tersebut belum bergerak disebut **gaya gesek statik** (lambangnyanya **fs**). Gaya gesek statis maksimum sama dengan gaya terkecil yang dibutuhkan agar benda mulai bergerak.

Ketika benda telah bergerak, gaya gesekan masih bekerja pada permukaan benda yang bersentuhan tersebut. Gaya gesekan yang bekerja ketika benda bergerak disebut **gaya gesekan kinetik** (lambangnyanya **fk**) (kinetik berasal dari bahasa Yunani yang berarti “bergerak”).

Tabel. 3.1 Jenis-Jenis Gaya Gesekan

Jenis gesekan ( $f_g$ )	Persamaan	Keterangan
Statik	$f_s = \mu_s N$	Gaya harus lebih besar dari gaya gesek maksimum ini untuk membuat benda bergerak dari keadaan diam. Digunakan untuk objek yang diam. Arah gaya gesek berlawanan dengan arah gaya yang bekerja pada benda.
Kinetik	$f_k = \mu_k N$	Gaya berlawanan dengan kecepatan selalu lebih kecil dari gaya gesek statik dan digunakan untuk benda yang meluncur/sliding.

Contoh :

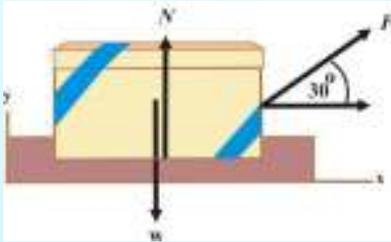
Sahabat anda memberi sebuah hadiah istimewa, sebuah kotak bermassa 4 Kg dengan suatu kejutan didalamnya. Kotak ini merupakan hadiah atas prestasi anda pada ujian tengah semester fisika. Kotak tersebut dalam keadaan diam pada permukaan meja jika percepatan gravitasi  $9,8 \text{ m/s}^2$ , koefisien gesek statik 0,4 dan koefisien gesek kinetik 0,3. tentukan :

- Tentukan berat kotak dan gaya normal yang bergerak padanya.
- Sekarang sahabat anda mendorong kotak itu ke kanan . Tentukan gaya gesek yang bekerja pada kotak jika gaya yang diberikan sebesar 10 N dan 20 N. Berapakah percepatannya

*Penyelesaian*

- $\sum F_y = m a_y$   
 $N - w = 0$   
 $N = W$   
 $N = m g$   
 $= 4 \cdot 9,8$   
 $= 39 \text{ N}$   
 $f_k = \mu_k N$   
 $= 0,3 \cdot 39 = 12 \text{ N}$   
 Sehingga  $\sum F_x = m a$   
 $F - f_k = m a$   
 $20 - 12 = 4 a$   
 $a = 8/4 = 2 \text{ m/s}^2$  akibatnya benda dipercepat  $2 \text{ m/s}^2$  selama gaya yang diberikan.
- Untuk  $F = 10 \text{ N}$   
 karena kotak dikenai gaya luar, gaya gesekan statik maksimum.  $f_s = \mu_s N = 0,4 \cdot 39 = 16 \text{ N}$   
 karena  $f_s > F$  maka kotak akan tetap diam.  
 Untuk  $F = 20 \text{ N}$   
 Karena  $F > f_s$  maka kotak akan bergerak

Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!



1. kotak hadiah ulang tahun bermassa 5 Kg dari sahabat anda berada dalam keadaan diam di atas meja. Koefisien statik adalah  $\mu_s = 0,4$  dan koefisien gesek kinetik adalah  $\mu_k = 0,3$ . Tentukan gaya normal dan gaya gesekan yang bekerja pada kotak jika gaya luar  $F = 50$  N.

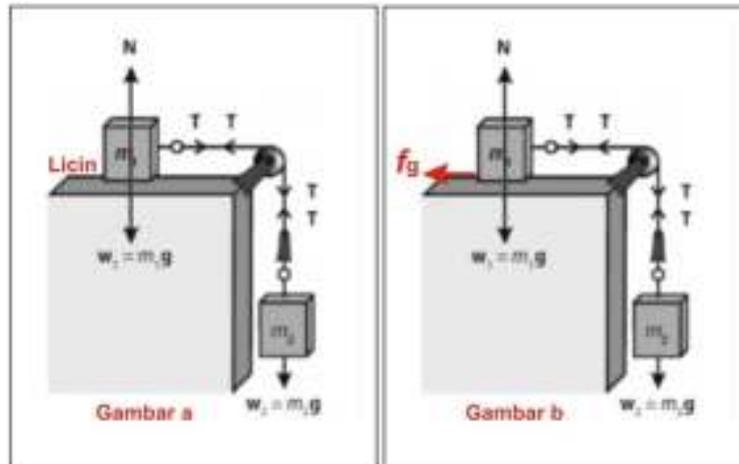
2. Sebuah mainan mobil truck dengan massa 4,5 Kg mula-mula diam diatas tanah yang kasar ( $\mu_s = 0,4$  ,  $\mu_k = 0,3$ , percepatan gravitasi =  $9,8 \text{ m/s}^2$ ). Kemudian ditarik oleh Fahmi dengan gaya sebesar 45 N membentuk sudut  $45^\circ$ . Tentukan gaya normal dan gaya gesekan yang terjadi?



Sumber : Pribadi  
Gambar 3.27 Mobil truk mainan

3. Ketika shalat jum'at, ada sebuah kotak amal bermassa 3 Kg berada dalam keadaan diam dilantai horizontal. Koefisien gesek statik 0,4 dan koefisien gesek kinetik adalah 0,3. Tentukan gaya dan percepatannya gesekan yang bekerja pada kotak amal jika gaya yang diberikan jamaah sebesar jika besar percepatan gravitasi  $9,8 \text{ m/s}^2$ .  $a = 0$  N,  $b = 10$  N,  $c = 15$  N,  $d = 20$  N

3) Dua benda terhubung dengan tali melalui katrol di permukaan licin dan kasar



Sumber : Pribadi  
Gambar 3.28 Balok terikat tali

Berdasarkan hukum II Newton, percepatan gerak benda adalah:

Komponen gaya yang bekerja pada balok  $m_1$  dan balok  $m_2$  adalah:

Gambar a

Tinjau balok  $m_1$  :

$$\sum F_x = T = m_1 a$$

$$T = m_1 a$$

Tinjau balok  $m_2$  :

$$\sum F_y = m_2 a$$

$$W_2 - T = m_2 a$$

$$m_2 g - T = m_2 a$$

$$T = m_2 g - m_2 a$$

Substitusikan balok  $m_1$  dan  $m_2$  :

$$\sum F = ma$$

$$\sum F_x + \sum F_y = (m_1 + m_2)a$$

$$T + W_2 - T = (m_1 + m_2)a$$

Karena  $T - T = 0$ , maka menyisakan  $W_2$

$$W_2 = (m_1 + m_2)a$$

$$m_2 g = (m_1 + m_2)a$$

$$a = \frac{m_2 g}{(m_1 + m_2)}$$

Gambar b

Tinjau balok  $m_1$  :

$$\sum F_x = m_1 a$$

$$T - f_g = m_1 a$$

Tinjau balok  $m_2$  :

$$\sum F_y = m_2 a$$

$$W_2 - T = m_2 a$$

$$m_2 g - T = m_2 a$$

$$T = m_2 g - m_2 a$$

Substitusikan balok  $m_1$  dan  $m_2$  :

$$\sum F = ma$$

$$\sum F_x + \sum F_y = (m_1 + m_2)a$$

$$T - f_g + W_2 - T = (m_1 + m_2)a$$

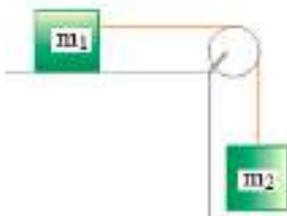
Karena  $T - T = 0$ , maka menyisakan  $-f_g + W_2$

$$-f_g + W_2 = (m_1 + m_2)a$$

$$-f_g + m_2 g = (m_1 + m_2)a$$

$$a = \frac{m_2 g - f_g}{(m_1 + m_2)}$$

Contoh :



Sumber : Guru muda.net  
Gambar 3.29 Dua buah balok terikat tali pada permukaan licin

penyelesaian

a. Tinjau benda  $m_1$

$$\Sigma F_x = m_1 \cdot a$$

$$T = m_1 \cdot a$$

$$T = 5 \cdot a$$

$$T = 5a$$

1. Dua buah benda digantungkan dengan seutas tali pada katrol silinder yang licin tanpa gesekan seperti pada gambar. Massa  $m_1$  dan  $m_2$  masing-masing 5 kg dan 3 kg. Tentukan:

a. Percepatan balok

b. Tegangan tali

Tinjau benda  $m_2$

$$\Sigma F_y = m_2 \cdot a$$

$$T - W_2 = m_2 \cdot a$$

$$T - 3 \cdot 10 = 3 \cdot a$$

$$T = 30 + 3a$$

substitusikan harga T

$$T = T$$

$$5a = 30 + 3a$$

$$8a = 30$$

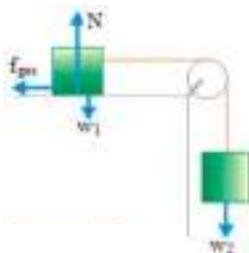
$$a = \frac{30}{8} = 3,75 \text{ m/s}^2$$

b. pilihlah salah satu persamaan T

$$\Sigma F = \Sigma F_x + \Sigma F_y$$

$$= m_1 \cdot a + W_2 + m_2 \cdot a$$

$$= 5a + 30 + 3a = 8a + 30 = 8 \cdot 3,75 + 30 = 60 \text{ N}$$



Sumber : Guru muda.net  
Gambar 3.30 Dua buah balok terikat tali pada permukaan kasar

penyelesaian

a. Tinjau  $w_1$  :

$$\Sigma F = m \cdot a$$

$$T - fk = m \cdot a$$

$$T - \mu_k \cdot N = m_1 \cdot a$$

$$T - 0,1 \cdot m_1 \cdot g = m_1 \cdot a$$

$$T - 0,1 \cdot 50 \cdot 10 = 50 \cdot a$$

$$T = 50 + 50a$$

Tinjau  $w_2$  (dan substitusikan nilai T):

$$\Sigma F = m \cdot a$$

$$W_2 - T = m_2 \cdot a$$

$$m_2 \cdot g - T = m_2 \cdot a$$

$$200 \cdot 10 - (50 + 50a) = 200 \cdot a$$

$$2000 - 50 - 50a = 200 \cdot a$$

$$1950 = 250 \cdot a$$

$$a = 7,8 \text{ m/s}^2$$

b. Hitunglah nilai T

2. Pesawat Atwood seperti pada gambar, terdiri dari katrol silinder yang licin tanpa gesekan. Jika  $m_1 = 50 \text{ kg}$ ,  $m_2 = 200 \text{ Kg}$  dan  $g = 10 \text{ m/s}^2$  antara balok  $m_1$  dan bidang datar ada gaya gesek dengan  $\mu_k = 0,1$ . massa katrol 10 kg. hitunglah:

a. percepatan

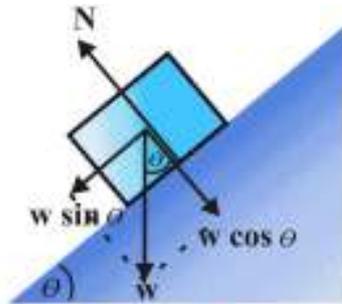
b. gaya tegang tali

$$T = 50 + 50a$$

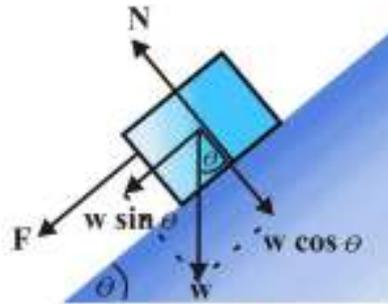
$$T = 50 + 50 \times 7,8 \longrightarrow T = 50 + 390 \longrightarrow T = 440 \text{ N}$$

## b. Benda dibidang miring

### 1) Permukaan bidang miring sangat licin (gesekan nol)



Gambar a



Gambar b

Sumber : Pribadi  
Gambar 3.31 Balok pada permukaan licin

Berdasarkan hukum II Newton, percepatan gerak benda adalah:

Komponen gaya yang bekerja pada sumbu x (Horizontal) dan sumbu y (vertikal) adalah:

Sumbu x (Horizontal) :

Gambar a

$$\sum F_x = ma$$

$$W \sin \theta = ma$$

$$a = \frac{w \sin \theta}{m}$$

Gambar b

$$\sum F_x = ma$$

$$F + W \sin \theta = ma$$

$$a = \frac{F + w \sin \theta}{m}$$

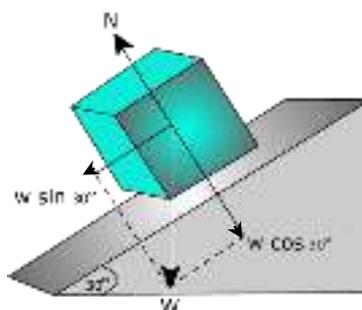
Sumbu y (Vertikal) : berlaku untuk gambar a dan gambar b

$$\sum F_y = 0$$

$$N - W \cos \theta = 0$$

$$N = W \cos \theta = m g \cos \theta$$

Contoh :



Sumber : belajar.kemdikbud.go.id  
Gambar 3.32 Balok meluncur pada permukaan kasar

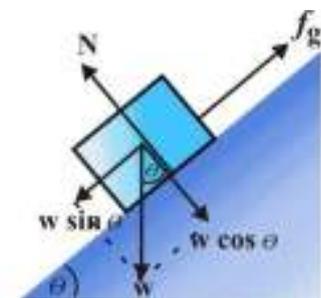
Sebuah balok bermassa 5 kg diketahui di atas bidang miring kasar. Sudut kemiringannya  $30^\circ$  terhadap horisontal percepatan gravitasi  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Jika balok diam maka tentukan gaya normal yang bekerja pada balok!

penyelesaian

Gaya-gaya pada balok dapat dilihat pada gambar tersebut. Balok dalam keadaan diam pada arah tegak lurus bidang berarti berlaku.

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ N - W \cos \theta &= 0 \\ N &= m g \cos \theta \\ &= 5.9,8 \cos 30^0 \\ &= 5.9,8 \cdot 0,866 \\ &= 42 \text{ N}\end{aligned}$$

## 2) Permukaan bidang miring kasar (ada gaya gesekan)



Sumber : Pribadi  
Gambar 3.33 Balok meluncur pada bidang kasar

a) Benda bergerak pada bidang miring akibat adanya komponen gaya berat yang sejajar permukaan bidang miring, sebagaimana tampak pada gambar di bawah. Karena permukaan bidang miring kasar, maka terdapat gaya gesekan yang arahnya berlawanan dengan arah gerakan benda.

Berdasarkan hukum II Newton, percepatan gerak benda adalah:

Komponen gaya yang bekerja pada sumbu x (Horizontal) dan sumbu y (vertikal) adalah:

Sumbu x (Horizontal) :

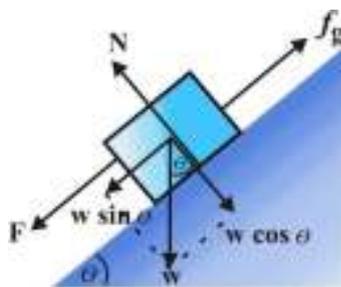
$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma \\ W \sin \theta - f_g &= ma\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a &= \frac{W \sin \theta - f_g}{m} \\ &= \frac{mg \sin \theta - f_g}{m}\end{aligned}$$

Sumbu y (Vertikal) :

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ N - W \cos \theta &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N &= W \cos \theta \\ &= m g \cos \theta\end{aligned}$$



Sumber : Pribadi  
Gambar 3.34 Balok meluncur akibat gaya

b) Benda bergerak pada bidang miring akibat adanya gaya tarik (F) dan komponen gaya berat yang sejajar permukaan bidang miring ( $w \sin \theta$ ), sebagaimana tampak pada gambar di bawah. Karena permukaan bidang miring kasar, maka terdapat gaya gesekan ( $f_g$ ) yang arahnya berlawanan dengan arah gerakan benda.

Berdasarkan hukum II Newton, percepatan gerak benda adalah :

Sumbu x (Horizontal) :

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma \\ F + W \sin \theta - f_g &= ma \\ a &= \frac{F+W \sin \theta - f_g}{m} \\ a &= \frac{F+mg \sin \theta - f_g}{m}\end{aligned}$$

Sumbu y (Vertikal) :

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ N - W \cos \theta &= 0 \\ N &= W \cos \theta \\ N &= m g \cos \theta\end{aligned}$$

Contoh :



Sumber : Pribadi  
Gambar 3.35 jalanan menanjak gaya dorong harus lebih besar dari gaya gesek

1. Seorang bapak mengayuh sepeda dan melewati jalan yang menanjak, bapak turun dari sepeda yang dinaikinya dan mendorong sepeda tersebut. Sepeda bermassa 10 Kg, koefisien gesekan kinetik 0,5 dengan sudut kemiringan jalan  $30^\circ$ . Supaya sepeda tersebut dapat bergerak ke atas, berapa gaya yang dibutuhkan jika percepatan gravitasi  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

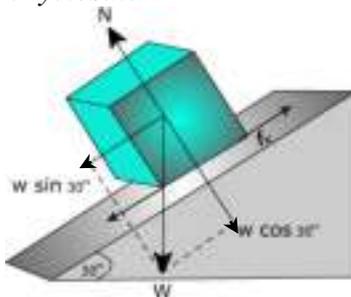
*Penyelesaian*

Sepeda ditarik oleh gaya  $F$

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma & a &= 0 & \sum F_y &= 0 \\ F - W \sin \theta - f_g &= m \cdot 0 & & & N - W \cos \theta &= 0 \\ F - mg \sin \theta - \mu_k N &= 0 & & & N &= W \cos \theta \\ F = mg \sin 30^\circ + \mu_k N &= 0 & & & &= m g \cos 30^\circ \\ &= 10 \cdot 9,8 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 85 & & & &= 10 \cdot 9,8 \cdot 0,866 \\ &= 91 \text{ N} & & & &= 85\end{aligned}$$

2. Sebuah balok bermassa 4 Kg menuruni bidang miring dengan kemiringan  $30^\circ$  percepatan gravitasi  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Koefisien gesek kinetik  $\mu_k = 0,25$ . Berapa percepatan benda selaa meluncur?

*Penyelesaian*



Sumber : belajar.kemdikbud.go.id  
Gambar 3.36 balok pada bidang miring

Komponen gaya yang bekerja pada sumbu y adalah

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 & \text{sehingga} \\ N &= W \cos \theta & f_k &= \mu_k N \\ N &= m g \cos 30^\circ & f_k &= 0,25 \cdot 34 \\ &= 4 \cdot 9,8 \cdot 0,866 = 34 & &= 8,5\end{aligned}$$

Berdasarkan hukum II Newton, percepatan gerak benda adalah:

$$a = \frac{4.9,8 \sin 30^0 - 8,5}{4}$$

$$= \frac{39.0,5 - 8,5}{4} \quad a = 7,7 \text{m/s}^2$$

### c. Benda pada gerak melingkar

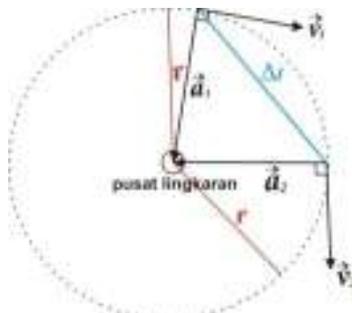


Sumber : <http://www.indonesia-tourism.com>  
Gambar 3.37 Biane lala

Menurut hukum II Newton ( $\Sigma F=ma$ ), sebuah benda mengalami percepatan harus memiliki gaya total yang bekerja pada benda. Benda yang bergerak membentuk lingkaran, seperti biang lala. Dengan demikian harus mempunyai gaya yang diberikan padanya untuk mempertahankan gerakanya dalam memutar.

Jadi, untuk bergerak melingkar, benda harus dipengaruhi oleh gaya luar. Gaya luar itu bekerja sedemikian rupa sehingga mengubah percepatan.

Percepatan didefinisikan sebagai besar perubahan kecepatan, perubahan arah kecepatan menyebabkan percepatan sebagaimana juga perubahan besar kecepatan.



Sumber : Pribadi  
Gambar 3.38  $a$  selalu tegak lurus terhadap  $v$

percepatan didefinisikan sebagai

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

Kita ketahui pada gambar di samping  $\vec{a}_1$  tegak lurus terhadap  $\vec{v}_1$  dan  $\vec{a}_2$  tegak lurus terhadap  $\vec{v}_2$ . Vektor percepatan  $\vec{a}$  menuju ke arah pusat lingkaran, percepatan ini disebut **percepatan sentripetal** ( $a_s$ ).

Tetapi vektor kecepatan  $v$  selalu menunjuk ke arah gerak. Dengan demikian vektor  $a_1$  dan  $a_2$  menempuh jarak  $\Delta l$  membuat perubahan sudut  $\Delta\theta$  dalam selang waktu  $\Delta t$ . Kita dapat menuliskan

$$\frac{\Delta v}{v} \approx \frac{\Delta l}{r}$$

Kita tulis persamaan diatas sebagai  $\Delta v$

$$\Delta v = \frac{v}{r} \Delta l$$

Untuk mendapatkan besarnya percepatan sentripetal  $a_s$ , kita bagi  $\Delta v$  dengan  $\Delta t$  :

$$a_s = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v \Delta l}{r \Delta t}$$

dan karena  $\Delta l / \Delta t$  adalah laju linier  $v$  dari benda, maka:

$$a_s = \frac{v}{r} v$$

$$a_s = \frac{v^2}{r} \text{ atau, } v = \omega r$$

$$a_s = \frac{(\omega r)^2}{r} = \frac{\omega^2 r^2}{r}$$

$$a_s = \omega^2 r$$

Rangkumannya, benda bergerak membentuk suatu lingkaran bergantung pada jari-jari  $r$  dan kecepatan  $v$ .

Besar gaya yang dibutuhkan dapat dihitung dengan menggunakan hukum II Newton untuk komponen sentripetal (ke arah pusat lingkaran ).

$$\sum F_s = m a_s$$

$$\sum F_s = m \frac{v^2}{r}$$

Keterangan :

$\sum F_s$  = gaya sentripetal (N)

$m$  = massa benda (Kg)

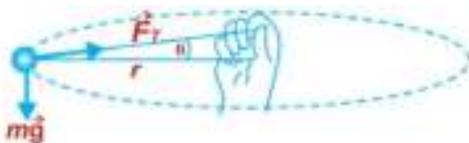
$v$  = kecepatan benda ( $m/s^2$ )

$r$  = jari jari lingkaran (m)

Gerak melingkar pada benda di dibagi menjadi dua, yaitu :

### 1. Benda yang diputar horizontal

Gambar di bawah menunjukkan dua gaya yang bekerja pada bola, yaitu gaya berat  $mg$  dan gaya tegangan  $F_T$  yang diberikan oleh tali (terjadi karena orang itu memberikan gaya yang sama pada tali). Jika berat bola itu cukup kecil, dapat kita abaikan. Dengan demikian,  $F_T$  akan bekerja secara horizontal ( $\theta \approx 0$ ) dan menyediakan gaya yang diperlukan untuk memberi percepatan sentripetal pada bola. Berdasarkan Hukum II Newton untuk arah radial pada



Sumber : <http://mempelajari-fisika.blogspot.com>  
 Gambar 3.39 Diagram bebas gaya pada bola beputar (horizontal)

bidang horizontal yang kita sebut misalnya komponen sumbu  $x$ , berlaku:

$$\sum F = m a$$

$$F_T = m \frac{v^2}{r}$$

## Limbung

Salah satu konsep dari percepatan sentripetal adalah ketika mobil melewati tikungan .

Pemilik mobil sudah semestinya paham bagaimana karakter kendaraannya, tidak hanya paham mengemudikan. Mengetahui karakter si roda empat bisa membuat Anda nyaman dan lebih siap saat di jalan. Termasuk saat mobil mengalami limbung atau *body roll*.



Sumber : <http://kaltim.prokal.co>  
Gambar 3.40 Mobil menikung pada jalan

Limbung atau *body roll* adalah daya lempar bodi mobil ke arah luar jalur, ketika kendaraan sedang berbelok atau bermanuver. Ada perasaan seperti terlempar saat berada di dalam kabin. Mobil itu sendiri pasti memiliki gaya ke dalam yang diberikan pada penumpang jika bergerak menikung.

Pada jalan yang rata, gaya ini diberikan oleh gesekan antara ban dan permukaan jalan. Jika gaya gesekan yang diberikan oleh mobil tidak cukup besar untuk mengimbangi gaya sentripetal yang bekerja pada mobil , atau dapat dikatakan kondisi dimana nilai ( $F_{gesek} < F_{sentripetal}$ ). Maka mobil akan tergelincir keluar dari jalur melingkar ke jalur yang lebih lurus. Konsep mengenai mobil pada tikungan akan dijelaskan melalui salah satu contoh konseptual berikut ini.

Contoh :

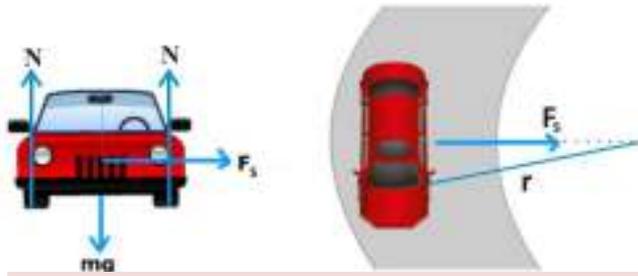
### 1. menikung pada jalan datar kasar

Sebuah mobil dengan berat 1000 kg melewati tikungan pada jalan mendatar dengan radius jalan 50 m dengan kecepatan 14 m/s . Apakah yang akan terjadi pada mobil jika a) kondisi jalan kering dengan koefisien  $\mu_s = 0,60$ ?

b) kondisi jalan basah dan  $\mu_s = 0,25$ ?

#### Penyelesaian

Pada gambar dibawah menunjukkan diagram bebas yang bekerja pada mobil. Pada sumbu vertikal tidak ada percepatan yang bekerja dan gaya yang bekerja pada sumbu vertikal yaitu gaya normal  $F_N$  dan gaya berat yang ditimbulkan oleh mobil sehingga menurut hukum II Newton.



Sumber : <https://fisikareview.wordpress.com>  
 Gambar 3.41 Gaya pada mobil yang melewati tikungan pada jalan yang baik tampak atas dan tampak depan.

Diketahui :  $m = 1000\text{Kg}$

$$v = 14 \text{ m/s}^2$$

$$r = 50 \text{ m}$$

$$\sum F_y = ma_y$$

Karena  $a_y = 0$  sehingga

$$\sum F_y = 0$$

$$N - mg = 0$$

$$N = mg = 1000 \cdot 9,8 = 9800 \text{ N}$$

Besarnya gaya sentripetal pada mobil total yang diperlukan untuk mempertahankan gerak mobil untuk melewati tikungan adalah

$$\sum F_s = m \frac{v^2}{r}$$

$$\sum F_s = 1000 \frac{14^2}{50} = 3900 \text{ N}$$

Mobil akan melewati tikungan dengan aman jika memenuhi syarat  $\sum F_{\text{gesekan}} \geq \sum F_s$

a. Pada kondisi jalan kering dengan koefisien  $\mu_s = 0,60$

$$F_{\text{gesekan}} = \mu_s N = 0,6 \cdot 9800 \text{ N} = 5900 \text{ N}$$

Karena gaya gesekan lebih besar dari gaya sentripetal maka mobil akan melewati tikungan dengan baik.

b. Pada kondisi jalan basah dan  $\mu_s = 0,25$  besarnya gaya gesekan adalah:

$$F_{\text{gesekan}} = \mu_s FN = 0,25 \cdot 9800 \text{ N} = 2500 \text{ N}$$

Karena gaya gesekan lebih kecil dari gaya sentripetal maka mobil akan tergelincir pada tikungan dan cenderung bergerak ke jalur yang lurus.

Mengapa mobil yang melaju terlalu cepat ketika melewati tikungan jalan horizontal dapat slip? Ini karena kelajuan mobil melebihi batas kelajuan yang diperkenankan untuk menikung.

Agar mobil tidak slip ketika melewati tikungan maka ( $F_{\text{gesek}} > F_{\text{sentripetal}}$ ).

$v_{\text{maks}}$  adalah:

$$(F_{\text{gesek}} > F_{\text{sentripetal}})$$

$$f_s > F_s$$

$$\mu_s m g > m \frac{v^2}{r}$$

$$v^2 = \mu_s g r$$

$$v_{\text{maks}} = \sqrt{\mu_s g r}$$

## 2. Menikung pada jalan miring



Sumber : <http://gtspirit.com>

**Gambar 3.42** Gaya normal pada mobil yang melewati tikungan miring pada komponen horizontal. Ini memberikan gaya sentripetal oleh mobil untuk tetap bisa membelok.

Seorang pembalap mobil sedang melewati tikungan miring dalam kelajuan tertentu. Berapakah kelajuan maksimum mobil  $v_{\text{maks}}$  yang diperkenankan agar mobil dapat melewati tikungan miring tanpa slip ?

Dalam kasus ini gaya sentripetalnya adalah :

Pada arah sumbu X :

$$\Sigma F_s = m \frac{v^2}{r}$$

$$N \sin \theta + f_s \cos \theta = m \frac{v^2}{r}$$

$$N \sin \theta + \mu_s N \cos \theta = m \frac{v^2}{r}$$

$$N(\sin \theta + \mu_s \cos \theta) = m \frac{v^2}{r} \dots\dots(1)$$

Maka dari (a) dan (b) diperoleh:

Pada arah sumbu Y :

$$\Sigma F_s = 0$$

$$N \cos \theta - W - f_s \sin \theta = 0$$

$$N \cos \theta - mg - \mu_s N \sin \theta = 0$$

$$N(\cos \theta - \mu_s \sin \theta) = mg \dots\dots(2)$$

$$\frac{N(\sin \theta + \mu_s \cos \theta)}{N \cos \theta - \mu_s N \sin \theta} = \frac{m \frac{v^2}{r}}{mg}$$

$$\frac{(\sin \theta + \mu_s \cos \theta)}{(\cos \theta - \mu_s \sin \theta)} = \frac{v^2}{gr}$$

$$\frac{\cos \theta \left( \frac{\sin \theta}{\cos \theta} + \mu_s \right)}{\cos \theta \left( 1 - \mu_s \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \right)} = \frac{v^2}{gr}, \tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta}$$

$$\frac{(\tan \theta + \mu_s)}{(1 - \mu_s \tan \theta)} = \frac{v^2}{gr} \text{ atau}$$

$$v_{\text{maks}} = \sqrt{gr \times \frac{\mu_s + \tan \theta}{1 - \mu_s \tan \theta}}$$

dari persamaan di atas tampak bahwa pengaruh sudut kemiringan jalan ( $\tan \theta$ ) dan kekasaran jalan ( $\mu_s$ ) secara bersama-sama menyebabkan batas laju ( $v_{\text{maks}}$ ) untuk menikung dengan aman pada jalan miring kasar menjadi lebih besar.

Contoh :



Sumber : <http://rearslide.com>

Gambar 3.34 Pebalap moto GP menikung dengan kecepatan maksimal

1). Pebalap motoGP memacu kecepatan motornya sebesar 50 km/jam melewati tikungan miring dengan permukaan jalan yang licin. Berapakah sudut kemiringan jika jari-jari 50 m (percepatan gravitas  $10 \text{ m/s}^2$ )?

*Penyelesaian*

$$50 \text{ km/jam} = 50000\text{m}/3600\text{s} = 14 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \frac{v^2}{gr} \\ &= \frac{14^2}{50 \cdot 10} \\ &= \frac{196}{500} = 0,40\end{aligned}$$

$$\theta = 22^\circ$$

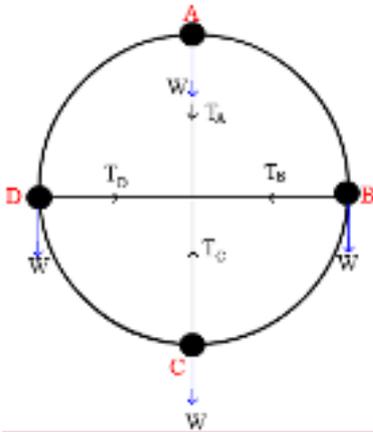
b). Berapakah kecepatan maksimum yang diijinkan saat sebuah mobil melewati suatu tikungan miring yang kasar jika radius tikungan 26 m, koefisien gesekan jalan 0,25 dan sudut kemiringan jalan adalah  $37^\circ$ ?

*Penyelesaian*

$$\begin{aligned}v_{\text{maks}} &= \sqrt{gr \times \frac{\mu_s + \tan \theta}{1 - \mu_s \tan \theta}} \\ &= \sqrt{10 \cdot 26 \times \frac{0,25 + \tan 37^\circ}{1 - 0,25 \tan 37^\circ}} \\ &= \sqrt{10 \cdot 26 \times \frac{0,25 + 0,75}{1 - 0,25 \cdot 0,75}} = \sqrt{260 \times \frac{1}{0,81}} = \sqrt{320} = \sqrt{64 \times 5} = 8\sqrt{5} \text{ m/s}\end{aligned}$$

## 2. Benda yang diputar vertikal

Gerak melingkar vertikal seringkali kita jumpai dalam permainan di pasar malam atau tempat wahana bermain. Contoh biang lala merupakan contoh gerak melingkar pada bidang vertikal.



Sumber : Pribadi  
Gambar 3.35 Diagram benda bebas pada bola diputar (vertikal)

Pada gambar disamping telah dibagi empat titik penentuan tegangan tali yaitu A, B, C, dan D. Titik A merupakan titik tertinggi, dan titik C merupakan titik terendah. Diketahui masing-masing arah tegangan tali menuju pusat lingkaran dan gaya berat menuju ke pusat bumi.

Karena benda dalam keadaan bergerak, maka berlaku hukum II Newton

$$\sum F = ma,$$

dan karena benda bergerak melingkar, maka memiliki

gaya sentripetal

$$\sum F_s = m \frac{v^2}{r}$$

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat ditentukan besar tegangan pada masing-masing titik sebagai berikut :

### 1. Di titik tertinggi (A)

Gaya yang bekerja pada benda adalah tegangan tali  $T_A$  menuju ke pusat lingkaran dan gaya berat menuju pusat bumi.

$$\sum F = \sum F_s$$

$$T_A + w = m \frac{v^2}{r}$$

$$T_A = m \frac{v^2}{r} - mg = m \left( \frac{v^2}{r} - g \right)$$

### 2. Di titik terendah (C)

Gaya yang bekerja pada benda adalah tegangan tali  $T_C$  menuju ke pusat lingkaran dan gaya berat menuju pusat bumi (menjauhi pusat lingkaran).

$$\sum F = \sum F_s$$

$$T_C - w = m \frac{v^2}{r}$$

$$T_C = m \frac{v^2}{r} + mg = m \left( \frac{v^2}{r} + g \right)$$

3. Di titik tengah (B dan D)

Gaya yang bekerja pada benda adalah tegangan tali  $T_{C,D}$  menuju ke pusat lingkaran dan gaya berat tegak lurus terhadap arah gaya sentripetal. Dengan demikian yang berperan sebagai gaya sentripetal adalah gaya tegangan saja.

$$\sum F = \sum F_s$$
$$T_B = T_D = m \frac{v^2}{r}$$



### Odong-odong



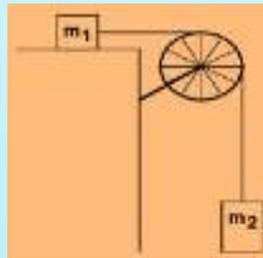
Sumber : <http://kovid.blogspot.co.id>  
Gambar 3.36 permainan odong-odong

Contoh dalam kehidupan sehari-hari yang menerapkan gaya sentripetal pada benda yang diputar secara vertikal yakni permainan odong-odong. Permainan ini dapat kita jumpai di tempat tinggal kita. Berbeda dengan benda yang diputar secara horizontal dimana gaya berat tidak ikut berpengaruh, tetapi bila sebuah benda diputar secara vertikal maka gaya berat benda berpengaruh dalam penerapan gaya sentripetal kecuali pada posisi horizontal saja.

Di setiap titik lintasan gaya tegangan tali dapat ditentukan besarnya. Gaya tegangan tali bernilai maksimum apabila anak kecil berada di titik terendah (paling bawah), dan bernilai minimum pada saat anak kecil berada di titik tertinggi (paling atas).

Kerjakan soal-soal berikut dengan tepat!

1. Sebuah balok bermassa 18 Kg berada pada bidang miring licin dengan sudut kemiringan  $22^\circ$  terhadap arah horizontal. Berapakah percepatan pada waktu meluncur dan kelajuan ketika mencapai ke bawah jika balok mulai dari keadaan diam sejauh 9,1 m dari kaki bidang? Abaikan gaya gesek,
2. Sebuah balok diletakkan pada bidang miring dengan berat 60 N dengan kemiringan  $30^\circ$ . Meluncur dengan kelajuan tetap. Tentukan:
  - a. Gaya gesekan yang di alami balok?
  - b. Koefisien gesek kinetik antara permukaan balok dan bidang miring?
3. Massa balok  $m_1$  dan  $m_2$ , masing-masing 6 dan 7 kg. Balok  $m_1$  menyentuh pada permukaan kasar. Percepatan gravitasi  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Berapakah tegangan tali?



4. Sebuah mobil dengan massa 1,25 ton melaju pada jalan mendatar yang menikung dengan jari-jari tikungan 60 m. Jika koefisien gesekan statis antara ban dan jalan 0,6. Berapakah kelajuan maksimum mobil agar tidak tergelinir dalam m/s?



5. Seorang anak duduk diatas kursi pada odong-odong yang berputar vertikal. Apabila percepatan gravitasi bumi  $9,8 \text{ m/s}^2$  dan jari-jari odong-odong 2,5 m, berapa laju maksimum odong-odong agar anak tidak terlepas dari kursi?

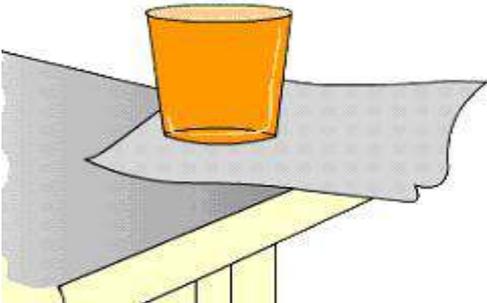
## Rangkuman

1. Kinematika adalah ilmu gerak yang tidak meninjau penyebab gerak benda.
2. Dinamika adalah ilmu gerak yang mempelajari penyebab gerak benda.
3. Gaya adalah besaran vektor yang dapat dipandang sebagai tarikan atau dorongan.
4. Gaya dapat menyebabkan benda diam menjadi bergerak dan benda yang sedang bergerak mengalami percepatan (perubahan kecepatan) atau perlambatan.
5. Gaya dapat pula mengubah arah gerak suatu benda dan dapat mengubah bentuk benda.
6. Dalam fisika dikenal dua jenis gaya, yaitu gaya sentuh dan gaya tak sentuh.
7. Gaya sentuh adalah gaya yang terjadi akibat sentuhan langsung.
8. Beberapa jenis gaya yang termasuk gaya sentuh ataupun gaya tak sentuh antara lain gaya gesek, gaya pegas, gaya gravitasi, gaya magnet dan gaya listrik.
9. Hukum I Newton menyatakan “sebuah benda akan tetap diam atau bergerak dengan kecepatan konstan jika tidak terdapat resultan gaya yang bekerja padanya”. Hukum I Newton terkait erat dengan konsep kelembaman (inersia).
10. Hukum II Newton menyatakan “percepatan yang dihasilkan resultan gaya yang bekerja pada suatu benda berbanding lurus dengan resultan gaya yang bekerja pada benda dan berbanding terbalik dengan massa benda.
11. Hukum III Newton menyatakan “apabila sebuah benda mengerjakan gaya (gaya aksi) kepada benda yang lain, benda kedua akan mengerjakan gaya (gaya reaksi) pada benda pertama yang besarnya sama dan arahnya berlawanan.
12. Penyelesaian masalah hukum-hukum Newton dapat menggunakan analisis diagram benda bebas.
13. Dalam gerak lurus baik permukaan licin atau kasar maupun dalam bidang miring dimana terdapat hubungan gaya dan massa.
14. Dalam gerak melingkar horizontal dan vertikal terdapat percepatan yang arahnya selalu menuju ke pusat lintasan melingkar, percepatan ini disebut percepatan sentripetal,  $a_{sp}$ .
15. Benda yang mengalami percepatan sentripetal, berarti pada benda bekerja gaya sentripetal.

## Evaluasi Bab 3 Hukum-Hukum Newton

### Pilihan Ganda

#### Pilihlah Satu Jawaban Yang Tepat.

- Berikut ini merupakan perubahan keadaan benda yang ditimbulkan oleh gaya, kecuali . . .
  - perubahan kecepatan
  - perubahan bentuk
  - perubahan arah gerak
  - perubahan warna
  - perubahan nilai
- Gaya yang terjadi pada ketapel pada saat melontarkan kerikil adalah . . .
  - gaya berat
  - gaya magnet
  - gaya pegas
  - gaya listrik
  - gaya magnet
- Besar koefisien gesekan benda bergantung pada. . .
  - masa benda yang bersentuhan
  - bentuk benda yang bersentuhan
  - posisi benda yang bersentuhan
  - permukaan kasar
  - permukaan licin
- Contoh penerapan gaya gesek pada kehidupan sehari-hari, kecuali . . .
  - mengangkat ember
  - menyerut es balok
  - mengamplas kayu
  - mendorong lemari
  - memarut buah kelapa
- Cara memperkecil gaya gesek adalah dengan. . .
  - menambah gaya tarik
  - memperkecil gaya tarik
  - memperkecil permukaan
  - memperhalus permukaan yang bergesekan
  - memperkasar permukaan yang bergesekan
- Perhatikan gambar di bawah ini !  
Jika resultan gaya yang bekerja pada sebuah kertas sama dengan nol, maka. Pernyataan yang benar, kecuali . . .  

  - kertas tidak akan dipercepat
  - kertas selalu diam
  - perubahan kecepatan kertas nol
  - kertas bergerak lurus beraturan
  - kertas bergerak berubah beraturan
- Dari hukum kedua Newton, dapat disimpulkan bahwa jika gaya yang bekerja pada sebuah benda dapat merubah . . .
  - volume
  - massa dan percepatan
  - bentuk
  - massa
  - percepatan
- Suatu benda yang memiliki kecepatan mula-mula nol, di beri gaya 15 N bergerak dengan percepatan  $1,5 \text{ m/s}^2$  menempuh jarak 48 m. Hitunglah waktu yang dibutuhkan pada benda. . .
  - 8 s
  - 10 s
  - 12 s
  - 14 s
  - 4 s

9. Sebuah kotak bermassa 5 kg berada dalam keadaan diam dilantai yang licin. Kemudian ada gaya tarikan yang diberikan kepada kotak dengan seutas tali sebesar 40 N dengan sudut  $30^\circ$  jika percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ . Berapakah percepatannya dan gaya normal kotak. . . .

- A.  $a = 3,46 \text{ m/s}^2$  dan  $N=30 \text{ N}$
- B.  $a = 3,56 \text{ m/s}^2$  dan  $N=27 \text{ N}$
- C.  $a = 3,46 \text{ m/s}^2$  dan  $N=25 \text{ N}$
- D.  $a = 3,76 \text{ m/s}^2$  dan  $N=23 \text{ N}$
- E.  $a = 3,46 \text{ m/s}^2$  dan  $N=21 \text{ N}$

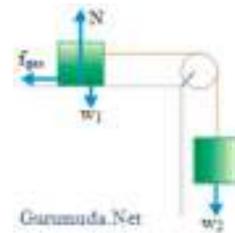
10. Sebuah kardus kecil diatas permukaan mejaber massa 10 kg ditarik oleh gaya 25 N ke kanan percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ . Jika koefisien gesek statik 0,2 dengan koefisien gesek kinietik 0,1 berapakah percepatan kardus . . . .

- A.  $a = 0,5 \text{ m/s}^2$
- B.  $a = 1,5 \text{ m/s}^2$
- C.  $a = 2 \text{ m/s}^2$
- D.  $a = 2,5 \text{ m/s}^2$
- E.  $a = 3 \text{ m/s}^2$

11. Fahmi bermassa 60 kg berada dalam lift yang sedang bergerak kebawah dengan percepatan  $3 \text{ m/s}^2$ , telapak kaki fahmi menekan lantai lift karena gaya beratnya jika percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ , sebagai akibatnya, telapak kaki fahmi merasakan gaya reaksi yang sama besarnya ke arah atas. Gaya ke atas ini adalah gaya normal yang dialami Fahmi. Berapa gaya normal Fahmi. . . .

- A. 420 N
- B. 470 N
- C. 600 N
- D. 670 N
- E. 780 N

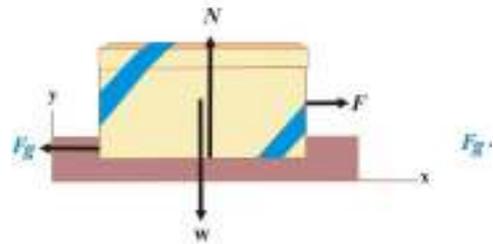
12. Perhatikan gambar di bawah ini!



dua buah balok dihubungkan dengan seutas tali pada suatu katrol balok pertama mempunya massa 3 kg dan balok kedua 5 kg dengan percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ . Koefisien gesek statik 0,4 dan kinetik 0,3. Berapa percepatan balok dan tegangan tali apabila bergerak . . . .

- A.  $a = 1,125 \text{ m/s}^2$  dan  $T=22,4 \text{ N}$
- B.  $a = 3,125 \text{ m/s}^2$  dan  $T=23,4 \text{ N}$
- C.  $a = 5,125 \text{ m/s}^2$  dan  $T=24,4 \text{ N}$
- D.  $a = 7,125 \text{ m/s}^2$  dan  $T=25,4 \text{ N}$
- E.  $a = 9,125 \text{ m/s}^2$  dan  $T=26,4 \text{ N}$

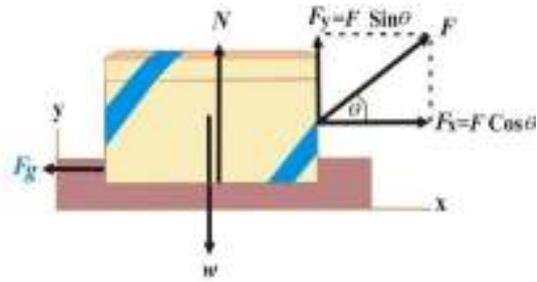
13. perhatikan gambar dibawah ini!



Sebuah kotak hadiah bermassa 2 kg diatas permukaan kasar ditarik dengan gaya 10 N. Jika koefisien gesek statik 0,4 dan kinetik 0,2 antara kotak dengan permukaan, percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ . Maka gaya gesek dan percepatan yang dialami kotak sebesar . . . .

- A. 3,92 N dan  $a = 3,04 \text{ m/s}^2$
- B. 7,84 N dan  $a = 6 \text{ m/s}^2$
- C. 9,8 N dan  $a = 3,5 \text{ m/s}^2$
- D. 10 N dan  $a = 12 \text{ m/s}^2$
- E. 12,4 N dan  $a = 4 \text{ m/s}^2$

14. Perhatikan gambar dibawah ini!



massa kardus = 6 kg dihubungkan dengan tali dan ditarik gaya  $F = 40 \text{ N}$  ke kanan dengan sudut  $37^\circ$  terhadap arah horizontal. Jika koefisien gesek kinetik 0,1 antara kotak dengan permukaan, percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ . Maka gaya normal dan percepatan yang dialami kotak sebesar . . . .

- A. 16 N dan  $a = 4,5 \text{ m/s}^2$
- B. 20 N dan  $a = 6 \text{ m/s}^2$
- C. 24 N dan  $a = 2 \text{ m/s}^2$
- D. 28 N dan  $a = 5 \text{ m/s}^2$
- E. 36 N dan  $a = 3,4 \text{ m/s}^2$

15. Perhatikan gambar dibawah ini!



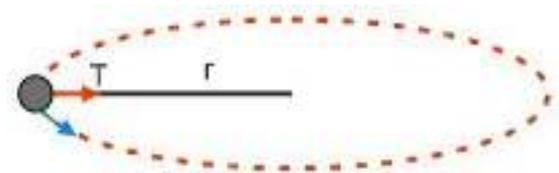
Sebuah gerobak dorong bermassa 10 kg didorong dengan gaya 30 N membentuk sudut  $30^\circ$ . Tentukan jarak tempuh gerobak setelah 5 sekon. Jika koefisien gesek kinetik 0,1 antara kotak dengan permukaan, percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ . . . .

- A. 20 m
- B. 15 m
- C. 10 m
- D. 5 m
- E. 3 m

16. Salah satu siswa taman kanak-kanak bermassa 25 kg bermain prosotan licin dengan gaya 3 N di halaman sekolahnya dengan kemiringan  $30^\circ$ . Berapa percepatan siswa tersebut jika percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$  . . . .

- A.  $a = 6 \text{ m/s}^2$
- B.  $a = 7 \text{ m/s}^2$
- C.  $a = 8 \text{ m/s}^2$
- D.  $a = 9 \text{ m/s}^2$
- E.  $a = 10 \text{ m/s}^2$

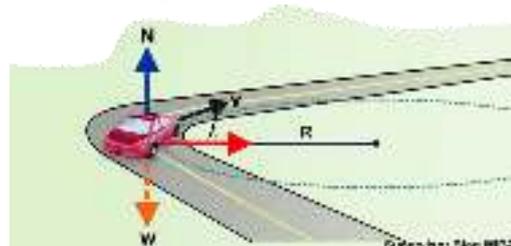
17. Perhatikan gambar dibawah ini!



Sebuah benda bermassa 0,2 kg diikat dengan tali ringan panjangnya 0,6 m dan diputar secara horizontal dengan kecepatan sudut 5 rad/s. Berapakah besar gaya sentripetal yang bekerja pada benda . . . .

- A. 0,3 N
- B. 0,6 N
- C. 3 N
- D. 60 N
- E. 30 N

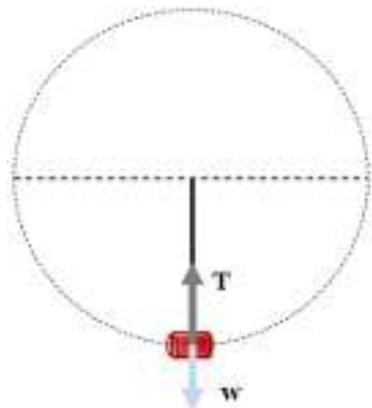
18. Perhatikan gambar dibawah ini!



Mobil dengan massa 3250 kg melewati tikungan pada jalan mendatar dengan radius jalan 100 m dengan kecepatan 25 m/s (percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ ). Koefisien gesek statik antara ban dan permukaan jalan adalah 0,8. Berapakah gaya gesek pada ban mobil agar mobil melewati tikungan dengan baik....

- A. 24.000 N
- B. 26.000 N
- C. 34.000 N
- D. 36.000 N
- E. 14.000 N

19. Berdasarkan gambar berikut!



Sebuah benda bermassa 2 kg diikat dengan tali. Tali itu kemudian diputar seperti gambar di atas, membentuk lintasan melingkar dengan jari-jari 0,5 m. Berapa besar tegangan tali saat benda berputar 180 rpm . . . .

- A.  $46\pi^2 \text{ N}$
- B.  $36\pi^2 \text{ N}$
- C.  $26\pi^2 \text{ N}$
- D.  $56\pi^2 \text{ N}$
- E.  $66\pi^2 \text{ N}$

20. Sebuah mobil bermassa 2000 kg bergerak melingkar pada lintasan miring berjari-jari 50 m. Koefisien gesek statik antara ban dan permukaan jalan 0,7. Tentukan kelajuan maksimal mobil agar aman saat membelok jika percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$



Dengan sudut kemiringan jalan  $30^\circ$  ....

- A. 32 m/s
- B. 22 m/s
- C. 42 m/s
- D. 52 m./s
- E. 62 m./s

**EVALUASI BAB 1 PENGUKURAN**

**Pilihan Ganda**

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. D | 6. D  | 11. B | 16. C |
| 2. B | 7. D  | 12. A | 17. E |
| 3. C | 8. B  | 13. A | 18. A |
| 4. C | 9. B  | 14. B | 19. C |
| 5. B | 10. D | 15. A | 20. A |

**EVALUASI BAB 2 GERAK BENDA**

**Pilihan Ganda**

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. A | 6. B  | 11. E | 16. C |
| 2. C | 7. D  | 12. A | 17. A |
| 3. A | 8. B  | 13. B | 18. A |
| 4. C | 9. B  | 14. B | 19. A |
| 5. A | 10. A | 15. E | 20. C |

**EVALUASI BAB 3 HUKUM-HUKUM NEWTON**

**Pilihan Ganda**

- |      |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|
| 1. D | 6. E  | 11. E | 16. C |
| 2. C | 7. E  | 12. C | 17. E |
| 3. C | 8. E  | 13. A | 18. A |
| 4. A | 9. A  | 14. E | 19. A |
| 5. D | 10. B | 15. A | 20. A |

## Daftar Pustaka

- Azly, Rahmad. 2017. *Mengenal satuan luas tmbuk, rante, anggar, borong, kesuk, rakit, tubak, ru, ubin*. Diunduh di [http:// Kumpulan-ilmu-pengetahuan-umum.blogspot.co.id/](http://Kumpulan-ilmu-pengetahuan-umum.blogspot.co.id/) tanggal 4 november 2017.
- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika/Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Kanginan, Marthen. 2013. *Fisika 1 untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Erlangga
- Muslim, Dkk. 2014. *Konsep Dasar Fisika*. Bandung: UPI PRESS.
- Purwanto, Budi dan Muchammad, Azam. 2016. *Buku Siswa Fisika 1 untuk Kelas X SMA dan MA*. Solo: PT Wangsa Jatra Lestari.
- Raharja, Bagus, Dkk. 2013. *Fisika 1A SMA Kelas X*. Jakarta: Yudhistira.
- Ratna Sari, Endang. 2012. *Studi analisis jam bencet karya kiai mishbachul munir magelang dalam penentuan awal waktu salat*. Skripsi tidak diterbitkan. Semarang: IAIN Walisongo Semarang.
- Sumarsono, Joko. 2019. *Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Pusat perbukuan, departemen pendidikan nasional.

# Appendix

## GAMBAR PEMBUKA BAB

- BAB 1** Penjaga kios beras sedang menimbang menggunakan neraca kodok.  
Sumber: <http://www.solopos.com>.
- BAB 2** Pebulutangkis serve Shuttlecock. Sumber: <https://juara.bolasport.com>
- BAB 3** Buruh angkut barang. Sumber: <https://kaltim.antaranews.com>

## GAMBAR POTRET

**Halaman 4**, <https://blogs.qub.ac.uk/qubio/>

**Halaman 7**, Jurnal Endang R S Analisis jam bencet

**Halaman 9**, <https://fisikasaja.files.wordpress.com>

**Halaman 22**, <http://cianjurekspres.com>

**Halaman 36**, <http://akumassa.org/id>

**Halaman 58**, <http://www.fisikabc.com>

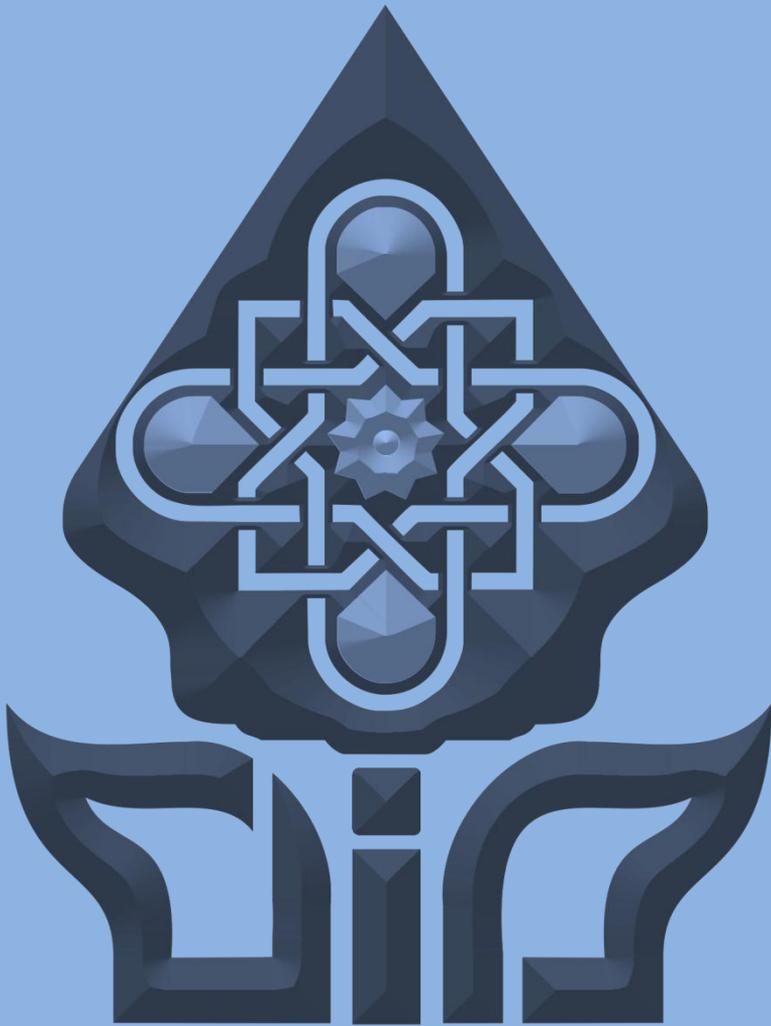
**Halaman 58**, [http https://id.wikipedia.org](http://id.wikipedia.org)

**Halaman 84**, <http://www.si-pedia.com>

**Halaman 90**, <http://klikfisikaku.blogspot.co.id>

**Halaman 107**, [http:// belajar.kemdikbud.go.id](http://belajar.kemdikbud.go.id)





**WALISONGO**

## RIWAYAT HIDUP

### A. Identitas Diri

1. Nama lengkap : AHMAD FAHMI SIDIK
  2. Tempat & tgl. Lahir : Brebes ,05 November 1994
  3. Alamat rumah : Ds. Jagapura, RT:02, RW: 04  
Kecamatan Kersana Kabupaten  
Brebes
- Hp : 0895396507024 -  
Email : ahmadfahmi55@yahoo.co.id

### B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:
  - a. SD N Japura 03 2007
  - b. SMP N 01 Kersana 2010
  - c. SMA N 1 Tanjung 2013
  - d. UIN Walisongo Semarang 2018
2. Pendidikan Non-Formal:
  - a. Madrasah Diniyah Jagapura

Semarang, 16 Januari 2018



**Ahmad Fahmi Sidik**  
NIM : 133611069