

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### A. Konsep Model Pembelajaran

##### 1. Pengertian Model Pembelajaran

Menurut Trianto (2010), model pembelajaran adalah suatu perencanaan atau pola yang digunakan sebagai pedoman dalam merencanakan proses pembelajaran di kelas atau pembelajaran tutorial. Model pembelajaran mengacu pada pendekatan yang akan digunakan, termasuk di dalamnya tujuan-tujuan pembelajaran, tahap-tahap dalam kegiatan pembelajaran, lingkungan pembelajaran, dan pengelolaan kelas. Melalui model pembelajaran guru dapat membantu peserta didik mendapatkan informasi, ide, keterampilan, cara berfikir, dan mengekspresikan ide.

Jadi, model pembelajaran berfungsi sebagai pedoman bagi para perancang pembelajaran dan para guru dalam mengatur aktifitas ataupun kegiatan belajar peserta didik.

##### 2. Pengertian Model Pembelajaran *Direct Instruction*

Model pembelajaran *direct instruction* merupakan bentuk dan pendekatan pembelajaran yang berorientasi kepada guru (*teacher central approach*). Melalui model ini, guru menyampaikan materi pembelajaran secara terstruktur. Menurut Khanifatul (2013), model pembelajaran *direct instruction* atau pembelajaran secara langsung dirancang untuk

mengembangkan belajar peserta didik tentang pengetahuan prosedural dan pengetahuan deklaratif yang dapat diajarkan dengan pola selangkah demi selangkah. Pada implementasinya model ini berpusat kepada guru dan meminta keaktifan peserta didik. Peserta didik bertanggung jawab pada pembelajaran, di bawah pengawasan dan tanggung jawab guru (Suyono dan Hariyanto, 2015).

Secara singkat dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *direct instruction* adalah model pembelajaran yang dilakukan guru secara langsung dalam mengajarkan keterampilan dan didemonstrasikan kepada peserta didik dengan tahapan yang terstruktur. Model pembelajaran ini diharapkan dapat menunjang proses kegiatan belajar mengajar untuk guru dan peserta didik, sehingga tujuan pembelajaran yang diharapkan tercapai dengan baik dan hasil belajar yang diperoleh dapat meningkat dengan baik pula.

### **3. Tujuan Model Pembelajaran *Direct Instruction***

Tujuan pembelajaran *direct instruction* atau pembelajaran langsung adalah beberapa peneliti menggunakan pembelajaran langsung bertujuan untuk merujuk pada pola-pola pembelajaran di mana guru banyak menjelaskan konsep dan keterampilan kepada sejumlah kelompok peserta didik dan menguji keterampilan peserta didik dengan latihan-latihan terbimbing (Lina Frastiyanti, 2021). Tujuan utama model pembelajaran *direct instruction* atau pembelajaran langsung adalah untuk

memaksimalkan penggunaan waktu belajar peserta didik (Direktorat Pembinaan Pendidikan dan Pelatihan, 2010). Beberapa temuan dalam teori perilaku dihubungkan dengan waktu yang digunakan oleh peserta didik dalam belajar atau mengerjakan tugas dan kecepatan peserta didik untuk berhasil dalam mengerjakan tugas. Dengan demikian, model pembelajaran *direct instruction* atau pembelajaran langsung dirancang untuk menciptakan lingkungan belajar terstruktur dan berorientasi akademik.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa tujuan penerapan model pembelajaran *direct instruction* atau pembelajaran langsung adalah membimbing peserta didik dengan guru sebagai model dan penggunaan waktu dalam lingkungan pembelajaran terstruktur serta berorientasi pada pencapaian akademik.

#### **4. Tahapan Model Pembelajaran *Direct Instruction***

Menurut Trianto (2011) tahapan model pembelajaran *direct instruction* atau pembelajaran langsung, yaitu:

- a. Fase 1 Menyampaikan Tujuan dan Menyiapkan Peserta Didik; Guru menjelaskan tujuan pembelajaran, informasi latar belakang pelajaran, pentingnya pelajaran, mempersiapkan peserta didik untuk belajar.
- b. Fase 2 Mendemonstrasikan Pengetahuan dan Keterampilan; Guru mendemonstrasikan keterampilan dengan benar atau menyajikan informasi tahap demi tahap.

- c. Fase 3 Membimbing Pelatihan; Guru merencanakan dan memberi bimbingan pelatihan awal.
- d. Fase 4 Mengecek Pemahaman dan Memberikan Umpan Balik; Mengecek apakah peserta didik telah berhasil melakukan tugas dengan baik, memberi umpan balik.
- e. Fase 5 Memberi Kesempatan untuk Pelatihan Lanjutan dan Penerapan; Guru mempersiapkan kesempatan melakukan pelatihan lanjutan, dengan pelatihan khusus pada penerapan kepada situasi lebih kompleks dan kehidupan sehari-hari.

Sedangkan menurut Bruce dan Well (dalam Depdiknas ,2010), tahapan model pembelajaran *direct instruction* atau pembelajaran langsung adalah sebagai berikut:

a. Orientasi

Pada fase ini guru memberikan kerangka pelajaran dan orientasi terhadap materi yang akan disampaikan. Bentuk-bentuk orientasi dapat berupa:

- 1) Kegiatan pendahuluan untuk mengetahui pengetahuan yang relevan dengan pengetahuan yang telah dimiliki peserta didik.
- 2) Mendiskusikan atau menginformasikan tujuan pembelajaran.
- 3) Memberikan penjelasan atau arahan mengenai kegiatan yang akan dilakukan selama pembelajaran.
- 4) Menginformasikan kerangka pelajaran.

#### b. Presentasi

Pada fase ini guru dapat menyajikan materi pelajaran baik berupa konsep-konsep maupun keterampilan. Penyajian materi dapat berupa:

- 1) Penyajian materi dalam langkah-langkah kecil sehingga materi dapat dikuasai peserta didik dalam waktu relatif pendek.
- 2) Pemberian contoh-contoh konsep.
- 3) Pemodelan atau peragaan keterampilan dengan cara demonstrasi atau penjelasan langkah-langkah kerja terhadap tugas.
- 4) Menjelaskan ulang hal-hal yang sulit.

#### c. Latihan Terstruktur

Pada fase ini guru memandu peserta didik untuk melakukan latihan-latihan. Peran guru yang penting dalam fase ini adalah memberikan umpan balik terhadap respon peserta didik dan memberikan penguatan terhadap respon peserta didik yang benar dan mengoreksi tanggapan peserta didik yang salah.

#### d. Latihan Terbimbing

Pada fase ini guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berlatih konsep atau keterampilan. Latihan terbimbing ini baik juga digunakan oleh guru untuk menilai kemampuan peserta didik untuk melakukan tugasnya. Pada fase ini peran guru adalah memonitor dan memberikan bimbingan jika diperlukan.

e. Latihan Mandiri

Pada fase ini peserta didik melakukan kegiatan latihan secara mandiri. Fase ini dapat dilalui peserta didik jika telah menguasai tahap-tahap pengerjaan tugas.

Berdasarkan pendapat mengenai tahapan model pembelajaran *direct instruction* atau pembelajaran langsung di atas, dalam penelitian ini peneliti menyajikan tahapan model pembelajaran *direct instruction* atau pembelajaran langsung sebagai pembelajaran yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Tahapan Model Pembelajaran *Direct Instruction*

No	Tahapan	Aktivitas Guru
1	Orientasi; Menyampaikan tujuan dan mempersiapkan peserta didik	Guru menjelaskan tujuan pembelajaran, informasi pentingnya pembelajaran, mempersiapkan peserta didik untuk belajar dan memberikan motivasi, serta memberikan arahan kegiatan yang harus dilakukan saat pembelajaran.
2	Presentasi; Mendemonstrasikan pengetahuan dan keterampilan	Guru mendemonstrasikan materi dengan permodelan secara bertahap dan menjelaskan hal yang sulit secara berulang melalui interaksi yang dibangun.
3	Latihan Terstruktur; Membimbing peserta didik	Guru memandu peserta didik dan memberikan umpan balik terhadap respon peserta didik serta memberikan kesempatan bertanya hal yang belum dipahami.
4	Latihan Terbimbing; Mengecek pemahaman dan memberikan umpan balik	Guru memonitor dan memberikan kesempatan peserta didik untuk berlatih, guru memberikan bimbingan hanya jika diperlukan

No	Tahapan	Aktivitas Guru
		serta memberikan penguatan.
5	Latihan Mandiri; Memberikan kesempatan untuk bimbingan lanjutan dan penerapan	Guru memberikan kegiatan pemantapan agar peserta didik berlatih sendiri menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

## B. Konsep Media Pembelajaran

### 1. Pengertian Media Pembelajaran

Kata “media” berasal dari bahasa Latin dan merupakan bentuk jamak dari kata “*medium*” yang secara harfiah berarti “perantara” atau “pengantar” (Azhar Arsyad, 2011). Secara umum media merupakan perantara yang digunakan untuk dapat menyalurkan pesan dari pengantar pesan (pendidik) kepada penerima pesan (peserta didik). Pesan yang dikomunikasikan dalam bentuk komunikasi pembelajaran adalah isi ajaran ataupun didikan yang ada di kurikulum yang dituangkan oleh guru ke dalam simbol-simbol komunikasi baik simbol verbal (kata-kata lisan ataupun tertulis) maupun simbol nonverbal, yaitu sebagai bahasanya pendidik. Media menunjukkan fungsi atau perannya, yaitu mengatur hubungan yang efektif antara dua pihak utama dalam proses belajar, peserta didik, dan isi pelajaran (Arief Sadiman, dkk, 2011).

Dalam kegiatan pembelajaran, media menjadi hal yang penting. Penggunaan media pembelajaran dapat membuat sebuah proses pembelajaran menjadi yang menarik dan dapat memudahkan peserta didik dalam memahami materi yang diajarkan.

## 2. Ciri-ciri Media Pembelajaran

Kustandi & Sujipto (2013) mengemukakan media pembelajaran memiliki ciri-ciri yang merupakan petunjuk mengapa media digunakan dan apa-apa saja yang dapat dilakukan oleh media yang mungkin tidak mampu dilakukan oleh guru:

### a. Ciri Fiksatif (*Fixative Property*)

Ciri fiksatif menggambarkan kemampuan media merekam, menyimpan, melestarikan, dan merekonstruksi suatu peristiwa atau objek. Suatu peristiwa atau objek dapat diurut dan disusun kembali dengan media, seperti fotografi, video tape, audio tape, komputer, laptop, dan *compact disk*. Suatu objek yang telah diambil gambarnya (direkam) dapat dengan mudah direproduksi kapan saja diperlukan.

### b. Ciri Manipulatif (*Manipulative Property*)

Adanya media memungkinkan transformasi suatu kejadian atau objek karena memiliki ciri *manipulative*. Kejadian yang memakan waktu yang lama dapat disajikan dalam waktu dua atau tiga menit melalui editor. Misalnya, bagaimana metamorphosis kupu-kupu mulai dari fase larva hingga menjadi kupu-kupu dewasa. Di samping dapat mempercepat suatu kejadian, media juga dapat memperlambat suatu proses kejadian melalui video. Misalnya, proses tsunami dapat diamati dengan kemampuan *manipulative* dari media.

c. Ciri Distributif (*Distributive Property*)

Ciri distributif media pembelajaran memungkinkan suatu objek atau kejadian dapat ditransportasikan melalui ruang dan secara bersamaan kejadian tersebut dapat disajikan kepada sejumlah besar peserta didik dengan pengalaman yang relatif sama mengenai kejadian itu.

Berdasarkan ciri-ciri dari media pembelajaran tersebut maka, dapat disimpulkan bahwa media mampu merekam suatu peristiwa dan mampu merekonstruksi suatu informasi. Dengan adanya media dapat mempermudah dalam mentransformasikan sesuatu dengan kecanggihan-kecanggihan yang belakangan ini sudah semakin berkembang. Oleh karena itu, sesuatu dapat dikatakan sebagai media jika memenuhi ciri-ciri dari media pembelajaran tersebut.

### **3. Manfaat Media Pembelajaran**

Media memiliki peranan penting dalam pembelajaran, yakni untuk menjelaskan hal-hal abstrak dan dapat mewakili guru sebagai alat komunikasi. Menurut Arsyad (2014), manfaat media pembelajaran yaitu:

- a. Media pembelajaran dapat menjelaskan penyajian pesan dan informasi sehingga dapat memperlancar dan meningkatkan proses dan hasil belajar.
- b. Media pembelajaran dapat meningkatkan dan mengarahkan perhatian anak sehingga dapat menimbulkan motivasi belajar.

- c. Media pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang, dan waktu.
- d. Media pembelajaran dapat memberikan kesamaan pengalaman kepada peserta didik tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka.

Adapun manfaat lain dari media pembelajaran menurut Haryono (2014) sebagai berikut:

- a. Mengatasi keterbatasan pengalaman yang dimiliki oleh para peserta didik.
- b. Memperoleh gambaran jelas tentang benda yang sulit diamati secara langsung.
- c. Memungkinkan adanya interaksi langsung antara peserta didik dengan lingkungannya.
- d. Menghasilkan keseragaman pengamatan.
- e. Menanamkan konsep dasar yang benar, konkret, dan realitis.
- f. Membangkitkan keinginan dan minat baru.
- g. Membangkitkan motivasi dan merangsang anak untuk belajar.
- h. Memberikan pengalaman yang menyeluruh dari yang konkret sampai yang abstrak.
- i. Memudahkan peserta didik untuk membandingkan, mengamati, mendeskripsikan suatu benda.

Dari penjelasan mengenai manfaat media pembelajaran dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran sangat penting sebagai alat bantu

dalam proses belajar mengajar. Adanya media pembelajaran dapat menjembatani penyampaian materi kepada peserta didik agar materi yang disampaikan dapat dipahami dengan baik.

#### **4. Fungsi Media Pembelajaran**

Salah satu fungsi atau kegunaan media pembelajaran adalah alat bantu mengajar guru untuk mempengaruhi dan mengkondisikan lingkungan belajar. Menurut Sudjana (2015), fungsi media pembelajaran sebagai berikut:

- a. Alat untuk memperjelas bahan pengajaran pada saat guru menyampaikan pelajaran. Dalam hal ini media digunakan guru sebagai variasi penjelasan verbal mengenai bahan pengajaran.
- b. Alat untuk mengangkat atau menimbulkan persoalan untuk dikaji lebih lanjut dan dipecahkan oleh peserta didik dalam proses belajarnya. Paling tidak guru dapat menempatkan media sebagai sumber pertanyaan atau stimulus belajar peserta didik.
- c. Sumber belajar bagi peserta didik. Artinya media tersebut berisikan bahan-bahan yang harus dipelajari para peserta didik baik individu maupun kelompok.

Fungsi media pembelajaran yang dikemukakan oleh Sudjana dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran dapat memudahkan guru dalam menyampaikan materi pelajaran.

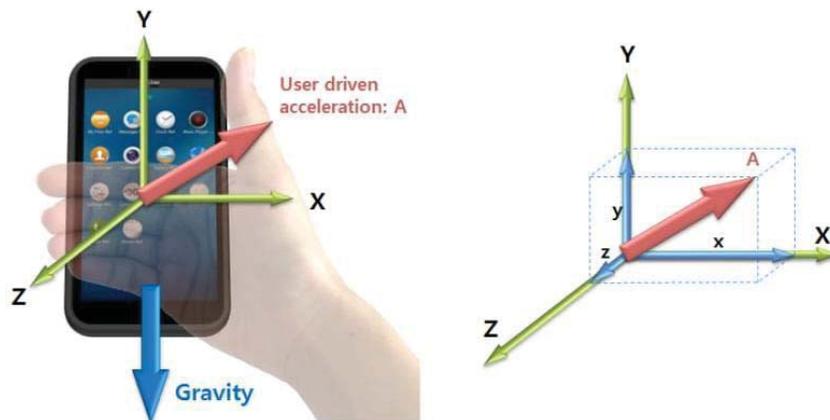
## 5. Macam-macam Media Pembelajaran

Macam-macam media pembelajaran menurut Kustiawan (2016) yaitu: Klasifikasi media pembelajaran dilihat dari bahan baku, alat pembuatannya, cara pembuatan, dan cara pemanfaatannya dapat dikelompokkan yaitu: 1) media pembelajaran sederhana dan 2) media pembelajaran modern.

- a. Media pembelajaran sederhana yaitu media pembelajaran yang bahan baku untuk pembuatannya mudah didapat dan murah harganya, cara pembuatannya mudah dilakukan. Jenis media sederhana meliputi:
  - 1) Media pembelajaran sederhana dua dimensi, terdiri dari media grafis, media papan, dan media cetak.
  - 2) Media pembelajaran sederhana tiga dimensi, terdiri dari media benda sebenarnya/asli dan media benda tiruan/imitasi.
- b. Media pembelajaran modern bersifat elektronik dan kompleks yaitu media yang bahan bakunya sulit ditemukan dan mahal harganya, dalam pembuatannya dan pemanfaatannya membutuhkan keahlian khusus yang memadai. Jenis media modern meliputi:
  - 1) Media pelajaran modern proyeksi: OHP, proyeksi slide, LCD proyektor.
  - 2) Media pelajaran modern non-proyeksi: radio, televisi, video game, VCD DVD, handphone, laptop, komputer.

## 6. Media Pembelajaran Menggunakan Aplikasi *Phyphox*

Aplikasi sensor *smartphone* berbasis android *Phyphox* merupakan aplikasi yang digunakan untuk melakukan berbagai percobaan fenomena fisika, dengan konfigurasi seperti pada Gambar 1. Aplikasi ini juga disebut sebagai *smartphone mobile lab*. Dimana fitur-fitur yang disajikan *Phyphox* tidak hanya sebatas sensor melainkan *remote control*, *data export*, dan *custom experiment*. *Custom experiment* yang dimiliki aplikasi *phyphox* memudahkan praktikan dalam melakukan spesifik percobaan yang akan dilakukan. Kemudian *data export* berisi data mentah atau sebagai proses rekaman percobaan yang dapat dianalisis menggunakan teori dan bisa dikirim dalam bentuk *excel*, *CSC* dan *CSV*. Sensor yang didukung dalam aplikasi *Phyphox* antara lain *accelerometer*, *magnetometer*, *gyroscope*, intensitas cahaya, tekanan, dan mikrofon. Konfigurasi pada aplikasi *Phyphox* ditunjukkan seperti Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Konfigurasi Aplikasi *Phyphox*

(Staacks, S., 2017)

Penggunaan aplikasi *Phyphox* sebagai media pembelajaran menjadi suatu hal yang tepat. Aplikasi eksperimen fisika ini dianggap mampu menyelesaikan problem dalam pembelajaran fisika. Dengan aplikasi *Phyphox* dalam *smartphone*, memudahkan seorang guru dan juga peserta didik untuk melakukan eksperimen.

Pada penelitian ini aplikasi *Phyphox* digunakan untuk menjelaskan materi getaran harmonis. Tampilan layar utama aplikasi *Phyphox* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Tampilan layar utama aplikasi *Phyphox*

(Sabila Yasaroh, 2021)

Untuk simulasi pada materi getaran harmonis dapat dilakukan dengan pilihan menu *mechanics*, yakni pendulum (dalam melakukan eksperimen ayunan bandul sederhana) dan *spring* (dalam melakukan eksperimen getaran pegas).

### C. Konsep Belajar

Pada hakikatnya belajar merupakan suatu proses perubahan tingkah laku sebagai hasil interaksi individu dengan lingkungannya dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Ihsana (2017) mendefinisikan belajar adalah suatu aktivitas di mana terdapat sebuah proses dari tidak tahu menjadi tahu, tidak mengerti menjadi mengerti, tidak bisa menjadi bisa untuk mencapai hasil yang optimal. Syaiful dan Aswan (2014) mendefinisikan belajar adalah perubahan perilaku berkat pengalaman dan latihan. Artinya adalah perubahan tingkah laku, baik yang menyangkut pengetahuan, keterampilan, maupun sikap, bahkan meliputi segenap aspek organisme atau pribadi. Dari beberapa definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa belajar merupakan suatu proses memperoleh pengetahuan dan pengalaman dalam hal perubahan tingkah laku dari tidak tahu menjadi tahu, tidak mengerti menjadi mengerti, tidak bisa menjadi bisa yang menyangkut beberapa aspek pribadi individu tersebut.

Jika hakikat belajar adalah perubahan tingkah laku, maka ada beberapa perubahan tertentu yang dimasukkan ke dalam ciri-ciri belajar menurut Djamarah (2002) sebagai berikut:

1. Perubahan yang terjadi secara sadar

Individu yang belajar akan menyadari terjadinya perubahan atau sekurang-kurangnya individu merasakan telah terjadi adanya suatu perubahan dalam dirinya.

2. Perubahan dalam belajar bersifat fungsional

Sebagai hasil belajar, perubahan yang terjadi dalam diri individu berlangsung terus-menerus dan tidak statis. Suatu perubahan yang terjadi akan menyebabkan perubahan berikutnya dan akan berguna bagi kehidupan atau proses belajar berikutnya.

3. Perubahan dalam belajar bersifat positif dan aktif

Dalam perbuatan belajar, perubahan selalu bertambah dan tertuju memperoleh suatu yang lebih baik dari sebelumnya. Makin banyak usaha belajar dilakukan, makin banyak dan makin baik perubahan yang diperoleh.

4. Perubahan dalam belajar bukan bersifat sementara

Perubahan bersifat sementara yang terjadi hanya untuk beberapa saat saja seperti berkeringat, keluar air mata, menangis dan sebagainya. Perubahan terjadi karena proses belajar bersifat menetap atau permanen.

5. Perubahan mencakup seluruh aspek tingkah laku

Perubahan yang diperoleh individu setelah melalui suatu proses belajar meliputi perubahan keseluruhan tingkah laku jika seseorang belajar sesuatu sebagai hasil ia akan mengalami perubahan tingkah laku secara menyeluruh dalam sikap kebiasaan, keterampilan, pengetahuan.

Seseorang yang melakukan kegiatan belajar, terlebih dahulu harus memahami prinsip-prinsip belajar. Adapun prinsip-prinsip belajar menurut Dimiyati dan Mudjiono (2015) sebagai berikut:

1. Perhatian dan motivasi, perhatian terhadap pembelajaran akan timbul pada peserta didik apabila bahan pembelajaran sesuai dengan kebutuhannya sedangkan motivasi berkaitan dengan minat, peserta didik yang mempunyai minat terhadap suatu pembelajaran akan memunculkan perhatian dan dengan demikian timbul motivasi untuk mempelajari pembelajaran tersebut.
2. Keaktifan, peserta didik yang belajar selalu menunjukkan keaktifan dalam kegiatannya, baik secara fisik maupun psikis.
3. Keterlibatan langsung, keterlibatan yang dimaksudkan adalah kegiatan kognitif, fisik, emosional dalam pembentukan sikap dan nilai.
4. Pergaulan, dapat melatih daya-daya jiwa dan membentuk respon yang benar serta membentuk kebiasaan-kebiasaan.
5. Tantangan, peserta didik yang mendapatkan tantangan akan lebih bergairah untuk mengatasi bahan belajar baru.
6. Perbedaan individu, setiap individu unik yang artinya tidak akan ada manusia yang sama persis, setiap manusia memiliki perbedaan dengan yang lain.

#### **D. Hasil Belajar**

##### **1. Pengertian Hasil Belajar**

Keberhasilan dalam belajar dapat dilihat dari pencapaian hasil belajar yang diperoleh. Menurut Dimiyati dan Mudjiono (2009) hasil belajar merupakan proses untuk menentukan nilai belajar peserta didik

melalui kegiatan penilaian atau pengukuran hasil belajar. Berdasarkan pengertian tersebut hasil belajar dapat menerangkan tujuan utamanya adalah untuk mengetahui tingkat keberhasilan yang dicapai oleh peserta didik setelah mengikuti suatu kegiatan pembelajaran, dimana tingkat keberhasilan tersebut kemudian ditandai dengan skala nilai berupa huruf atau kata atau simbol.

Hasil belajar menurut Bloom mencakup tiga aspek yaitu kognitif, afektif, dan psikomotor. Berikut penjelasan hasil belajar menurut Bloom:

- a. Kemampuan kognitif (*cognitive domain*) adalah kemampuan yang berkaitan dengan aspek-aspek intelektual. Aspek kognitif ini terdiri dari enam tingkatan, yaitu:
  - 1) *Knowledge* (pengetahuan), mencakup ingatan akan hal-hal yang pernah dipelajari dan disimpan dalam ingatan.
  - 2) *Comprehension* (pemahaman), meliputi kemampuan memahami makna materi yang dipelajari.
  - 3) *Application* (penerapan), mengacu pada kemampuan menggunakan atau menerapkan materi yang sudah dipelajari pada situasi yang baru dan menyangkut penggunaan aturan dan prinsip.
  - 4) *Analysis* (analisis), meliputi kemampuan untuk memilah bahan ke dalam bagian-bagian atau menyelesaikan sesuatu yang kompleks ke bagian yang lebih sederhana sehingga struktur organisasi dapat dimengerti.

- 5) *Synthesis* (sintesis), mengacu pada kemampuan memadukan konsep atau komponen-komponen sehingga membentuk suatu pola struktur atau bentuk baru.
  - 6) *Evaluation* (evaluasi), mengacu pada kemampuan memberikan pertimbangan terhadap nilai-nilai materi untuk tujuan tertentu.
- b. Kemampuan afektif (*affective domain*) adalah kemampuan yang berkaitan dengan aspek-aspek emosional, seperti perasaan, minat, sikap, kepatuhan terhadap moral, dan sebagainya. Adapun tingkatan ranah afektif adalah sebagai berikut:
- 1) *Receiving* (penerimaan), mengacu pada kesukarelaan dan kemampuan memperhatikan respon dan situasi yang tepat.
  - 2) *Responding* (partisipasi), merupakan sikap memberikan respon aktif terhadap stimulus dari luar, mencakup kerelaan untuk memperhatikan secara aktif dan berpartisipasi dalam kegiatan.
  - 3) *Valuing* (penilaian), mengacu pada penilaian dan pentingnya kita mengaitkan diri pada objek atau kejadian tertentu dengan reaksi-reaksi seperti menerima, menolak atau tidak memperhitungkan. Tujuan-tujuan tersebut dapat diklasifikasikan pada sikap yang apresiasi.
  - 4) *Organization* (organisasi), mengacu pada penyatuan nilai sebagai pedoman dan pegangan dalam kehidupan.

- 5) *Characterization by a value complex* (pembentukan pola hidup), mencakup pada kemampuan menghayati nilai-nilai kehidupan, sehingga menjadi milik pribadi dan menjadi pegangan nyata dan jelas dalam mengatur kehidupannya.
- c. Kemampuan psikomotor (*psychomotor domain*) adalah ranah yang berkaitan aspek-aspek keterampilan yang melibatkan fungsi sistem saraf, otot, dan fungsi psikis. Ranah psikomotor ini terdiri dari:
- 1) *Perception* (persepsi), mencakup kemampuan untuk mengadakan diskriminasi yang tepat antara dua perangsang atau lebih, berdasarkan perbedaan antara ciri-ciri fisik yang khas pada masing-masing rangsangan.
  - 2) *Set* (kesiapan), mencakup kemampuan menempatkan dirinya dalam keadaan akan memulai sesuatu gerakan atau rangkaian gerakan.
  - 3) *Guided response* (gerakan terbimbing), mencakup kemampuan untuk melakukan suatu rangkaian gerak-gerik, sesuai dengan contoh yang diberikan (imitasi).
  - 4) *Mechanical response* (gerakan yang terbiasa), mencakup kemampuan untuk melakukan suatu rangkaian gerak-gerik, dengan lancar. Karena telah dilatih secukupnya, tanpa memperhatikan lagi contoh yang diberikan.

- 5) *Complex response* (gerakan kompleks), mencakup kemampuan untuk melakukan suatu keterampilan, yang terdiri atas beberapa komponen dengan tepat, lancar dan efisien.
- 6) *Adjustment* (penyesuaian pola gerak), mencakup kemampuan untuk mengadakan perubahan dan penyesuaian pola gerak-gerak dengan kondisi setempat atau dengan menunjukkan suatu taraf keterampilan yang telah mencapai kemahiran.
- 7) *Creativity* (kreativitas), mencakup kemampuan untuk melahirkan aneka pola gerak-gerak yang baru, seluruhnya atas prakarsa sendiri.

(Sri Esti Wuryani Djiwandono, 2007)

Hasil belajar dalam penelitian ini merupakan hasil belajar dari aspek kognitif yang ditinjau dari pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural. Anderson dan Karthwohl (dalam Yul Evita, 2021) melalui taksonomi yang telah direvisi memiliki rangkaian proses yang menunjukkan kompleksitas kognitif dengan menambahkan dimensi pengetahuan, yaitu:

a. Pengetahuan Faktual

Pengetahuan faktual ialah suatu pengetahuan tentang komponen-komponen dasar yang harus diketahui peserta didik untuk mendalami suatu disiplin ilmu atau untuk mengatasi masalah-masalah dalam disiplin ilmu. Komponen-komponen ini biasanya seperti simbol-simbol yang berhubungan dengan beberapa referensi

konkret/nyata yang menyampaikan informasi penting. Pengetahuan faktual terbentuk pada tingkat abstraksi yang relatif rendah. Ada dua jenis pengetahuan faktual yaitu:

- 1) Pengetahuan tentang terminologi: yang mencakup nama-nama dan simbol-simbol verbal dan nonverbal (contohnya seperti kata-kata, tanda-tanda, angka-angka, dan gambar-gambar).
- 2) Pengetahuan tentang bagian detail dan unsur-unsur spesifik: yaitu mencakup pengetahuan tentang peristiwa-peristiwa, tempat-tempat, orang-orang, tanggal, sumber informasi, dan sebagainya.

b. Pengetahuan Konseptual

Pengetahuan konseptual yaitu pengetahuan yang berkaitan antar komponen dalam sebuah struktur/susunan besar dan memungkinkan semuanya berfungsi secara bersama-sama. Pengetahuan konseptual mencakup tentang kategori, klasifikasi, prinsip dan generalisasi serta tentang teori, model, dan struktur. Ada tiga jenis pengetahuan konseptual yaitu:

- 1) Pengetahuan tentang klasifikasi dan kategori, yaitu: mencakup kategori, kelas, pembagian, dan penyusunan spesifik yang dipakai dalam bahasan yang berbeda.
- 2) Pengetahuan tentang prinsip dan generalisasi, yaitu: meliputi abstraksi hasil pengamatan ke tingkat yang lebih tinggi, yaitu prinsip atau generalisasi. Pengetahuan ini kebanyakan didominasi

oleh suatu disiplin ilmu akademis dan digunakan untuk mempelajari kejadian dalam memecahkan masalah disiplin ilmu.

- 3) Pengetahuan tentang teori, model, dan struktur, yaitu: meliputi tentang prinsip atau dasar dan generalisasi yang saling berhubungan antara keduanya dan untuk menghasilkan kejelasan terhadap suatu fenomena yang rumit atau kompleks.

c. Pengetahuan Prosedural

Pengetahuan prosedural merupakan pengetahuan mengenai bagaimana menjalankan sesuatu. Hal ini dapat dilengkapi dengan latihan-latihan rutin sampai pemecahan masalah yang baru. Pengetahuan prosedural kerap mengambil bentuk dari susunan prosedur yang akan diikuti. Pengetahuan ini mencakup tentang keterampilan, algoritma, teknik, dan metode, yang semuanya disebut sebagai prosedur. Pengetahuan prosedural meliputi tiga jenis yaitu:

- 1) Pengetahuan keterampilan khusus dan pengetahuan, yaitu: suatu susunan atau langkah-langkah, yang secara umum dikenal dengan prosedur. Kadangkala prosedur tersebut diikuti dengan perintah yang pasti, di waktu yang lain keputusan harus dibuat untuk menentukan langkah/prosedur mana yang harus dilakukan selanjutnya.
- 2) Pengetahuan teknik dan metode spesifik suatu subjek, yaitu: meliputi pengetahuan yang secara luas ialah hasil dari

konsensus/kesepakatan, atau aturan yang berlaku dalam suatu disiplin ilmu. Lebih menggambarkan bagaimana ilmuwan dalam bidang tersebut untuk berpikir dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi.

- 3) Pengetahuan kriteria untuk menentukan kapan menggunakan suatu prosedur/metode dengan tepat, yaitu: meliputi pengetahuan kapan suatu strategi, cara, teknik, atau metode harus digunakan. Peserta didik dituntut bukan hanya mengetahui sejumlah teknik dan metode saja, tetapi dapat mempertimbangkan suatu teknik/strategi dan metode tertentu yang harus digunakan dalam suatu keadaan tertentu.

## **2. Faktor yang Mempengaruhi Hasil Belajar**

Menurut Dalyono (2012) mengemukakan bahwa faktor yang mempengaruhi pencapaian hasil belajar berasal dari dalam diri orang yang belajar dan dari luar diri orang yang belajar pula.

### **a. Faktor internal (yang berasal dari dalam diri)**

#### **1) Kesehatan**

Kesehatan jasmani dan rohani merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap kemampuan belajar. Bila seseorang dalam keadaan tidak sehat, dapat menyebabkan tidak bergairah untuk belajar. Demikian juga halnya pada kesehatan rohani (jiwa) yang kurang baik dapat mengurangi semangat belajar. Oleh karena

itu, penting sekali menjaga kesehatan baik fisik maupun mental, agar tubuh tetap kuat, pikiran tetap sehat dan bersemangat dalam melaksanakan kegiatan belajar.

## 2) Intelegensi dan bakat

Seseorang yang memiliki intelegensi yang baik umumnya mudah belajar dan hasilnya pun baik. Sebaliknya, orang yang intelegensinya rendah cenderung mengalami kesukaran belajar. Seseorang yang memiliki intelegensi dan bakat yang baik dalam bidangnya, proses belajar akan lancar jika dibandingkan dengan orang yang memiliki bakat saja tetapi intelegensinya rendah.

## 3) Minat dan motivasi

Minat dan motivasi adalah dua aspek psikis yang besar pengaruhnya terhadap pencapaian hasil belajar. Minat yang besar terhadap sesuatu merupakan modal yang besar artinya untuk mencapai sesuatu atau tujuan yang diminati. Timbulnya minat belajar disebabkan berbagai hal, antara lain karena keinginan yang kuat untuk menaikkan martabat atau memperoleh pekerjaan yang baik serta ingin hidup bahagia. Motivasi berbeda dengan minat. Motivasi adalah daya pendorong untuk melakukan suatu pekerjaan. Dorongan yang datang dari hati, umumnya karena kesadaran akan pentingnya sesuatu atau dapat juga karena dorongan bakat apabila ada kesesuaian dengan bidang yang dipelajari. Kuat lemahnya

motivasi belajar seseorang turut mempengaruhi keberhasilannya. Karena itu motivasi belajar perlu diusahakan terutama yang berasal dari dalam diri.

#### 4) Cara belajar

Cara belajar seseorang mempengaruhi pencapaian hasil belajarnya. Belajar tanpa memperhatikan teknik dan faktor fisiologis, psikologis, dan ilmu kesehatan, akan memperoleh hasil yang kurang memuaskan.

#### b. Faktor eksternal (yang berasal dari luar diri)

##### 1) Keluarga

Keluarga adalah ayah, ibu, dan anak-anak serta *family* yang menjadi penghuni rumah. Faktor orang tua sangat besar pengaruhnya terhadap keberhasilan anak dalam belajar. Selain itu, faktor keadaan rumah juga turut mempengaruhi keberhasilan belajar.

##### 2) Sekolah

Keadaan sekolah tempat belajar turut mempengaruhi tingkat keberhasilan belajar. Kualitas guru, metode pembelajaran, kesesuaian kurikulum dengan anak, sarana dan prasarana sekolah, jumlah murid perkelas, pelaksanaan tata tertib sekolah, dan sebagainya. Semua itu turut mempengaruhi keberhasilan belajar anak.

### 3) Masyarakat

Keadaan masyarakat juga dapat menentukan prestasi belajar. Bila di sekitar tempat tinggal keadaan masyarakatnya terdiri dari orang-orang yang berpendidikan, terutama anak-anaknya rata-rata bersekolah tinggi dan moralnya tinggi, hal ini akan mendorong anak giat belajar.

### 4) Lingkungan sekitar

Keadaan lingkungan tempat tinggal juga sangat penting dalam mempengaruhi prestasi belajar. Keadaan lingkungan, iklim, dan sebagainya.

## E. Penelitian Yang Relevan

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Sahlan, Widodo, dan Ishafit (2021) tentang “Pengaruh Model *Experiential Learning* Berbantuan Aplikasi *Phyphox* Terhadap Motivasi Belajar Fisika di SMA” dari penelitian menunjukkan hasil uji menggunakan *One-Way Anova* berbantuan *SPSS*. 25, diperoleh nilai signifikan  $0,000 < 0,05$  (nilai  $F_{hitung} > F_{tabel} : 7,708 > 4,24$ ). Selain itu, diperoleh uji regresi linear sederhana menjelaskan besarnya nilai korelasi atau hubungan nilai R sebesar 0,854 dan diperoleh R Square 0,729, yang mengandung pengertian bahwa pengaruh model pembelajaran eksperimental *learning* berbantuan aplikasi *phyphox* terhadap

motivasi belajar adalah sebesar 79,2%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara peserta didik yang diajar menggunakan model pembelajaran *experiential learning* berbantuan aplikasi *phyphox* dapat meningkatkan motivasi belajar fisika peserta didik. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan *true experimental design*.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Ferdianto Marnolius Bara, Maria Irawan Mako, Agustina Eku, dan Maria Angelina Pau (2021) tentang “Analisis Percepatan Gravitasi Menggunakan Aplikasi *Phyphox* Pada Gerak Jatuh Bebas” dari penelitian menunjukkan hasil bahwa percepatan gravitasi benda adalah  $10 \text{ m/s}^2$ , ini membuktikan percepatan gravitasi memiliki rentang nilai antara  $9,8-10 \text{ m/s}^2$ . Hal ini juga memperkuat bahwa penggunaan aplikasi *phyphox* dalam eksperimen penentuan percepatan gravitasi menggunakan konsep gerak jatuh bebas sangat direkomendasikan untuk menghasilkan nilai pengukuran kecepatan waktu yang tepat dan akurat sehingga dapat memperoleh hasil percepatan gravitasinya.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Rizalul Fiqry (2021) tentang “Persepsi Mahasiswa Terhadap Pemanfaatan Aplikasi Sensor *Smartphone* untuk Praktikum” dari penelitian dan analisis menunjukkan hasil bahwa aplikasi sensor *smartphone* sudah dikenal oleh mahasiswa Pendidikan Fisika STKIP Taman Siswa Bima angkatan 2017. Aplikasi tersebut juga dirasa

sangat membantu mahasiswa dalam melakukan praktikum secara mandiri. Selain itu, penggunaan aplikasi tersebut juga memiliki manfaat yang besar untuk meningkatkan motivasi belajar mahasiswa.

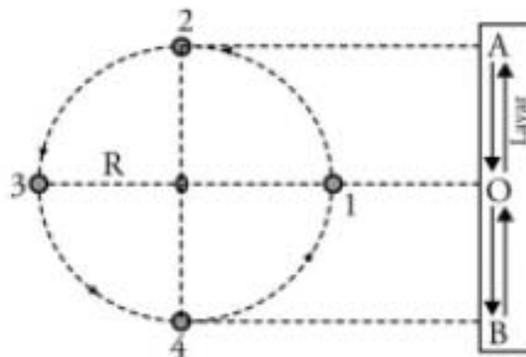
4. Penelitian yang dilakukan oleh Firda Dwi Fatmala, Eko Suyanto, Ismu Wahyudi, dan Kartini Herlina (2020) tentang “Pengaruh *Phyphox* Berbantuan GIL dalam Pembelajaran Fisika Terhadap Berpikir Kreatif” dari penelitian menunjukkan hasil bahwa berdasarkan uji T sampel berpasangan ditemukan perbedaan rata-rata kemampuan berpikir kreatif sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan aplikasi *Phyphox*. Rata-rata skor berpikir kreatif mengalami peningkatan sebesar 44%. Pembelajaran pada materi bandul sederhana berbantuan aplikasi *Phyphox* dalam lima kelompok memiliki percepatan rata-rata akibat gravitasi  $9,87 \text{ m/s}^2$  dengan tingkat akurasi 98,6%. Hasilnya pembelajaran fisika berbasis GIL berbantuan aplikasi *Phyphox* mempengaruhi kemampuan berpikir kreatif peserta didik dan menghasilkan data investigasi yang akurat.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Sabila Yasaroh, Heru Kuswanto, Desi Ramadhanti, Aisha Azalia, dan Hestiana (2021) tentang “Pemanfaatan Aplikasi *Phyphox* (Percobaan Telepon Fisik) untuk Menghitung Momen Inersia Silinder Berongga” dari hasil penelitian didapatkan nilai momen inersia dari pengolahan data *phyphox* adalah  $4,89 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  dengan radius 4 cm,  $9,82 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$  dengan radius 5 cm,  $12,4 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot$

$m^2$  dengan radius 6 cm. Sementara di praktikum manual yaitu  $4,96 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot m^2$ ,  $7,76 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot m^2$ , dan  $11,6 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot m^2$ . Kedua metode tersebut menunjukkan hasil nilai momen inersia yang hampir sama. Percobaan dalam penelitian ini berhasil karena percobaan dengan aplikasi *Phyphox* memiliki akurasi yang tinggi.

## F. Materi Getaran Harmonis

### 1. Pengertian Gerak Harmonis Sederhana

Gerak harmonis sederhana dapat dikaitkan dengan Gerak Melingkar Beraturan (GMB). Gerak melingkar beraturan adalah gerak yang lintasannya berupa lingkaran dan kelajuannya konstan atau gerak yang kecepatan sudutnya konstan.



**Gambar 2.3** Benda bergerak melingkar beraturan berlawanan jarum jam

(Suprihanto, S.Pd. & Winarso, S.Pd., 2021)

Gambar 2.3 menunjukkan sebuah benda melakukan gerak melingkar beraturan berlawanan jarum jam berjari-jari  $R$  dari titik 1, ke titik 2, ke titik 3, ke titik 4, dan kembali ke titik 1, sehingga benda melakukan gerak

satu putaran penuh. Jika gerak benda tersebut diproyeksikan pada layar (diarahkan bayangannya pada layar) maka:

- a. Ketika benda bergerak melingkar dari titik 1 ke titik 2, bayangan atau proyeksinya pada layar akan bergerak dari titik O ke titik A.
- b. Ketika benda bergerak melingkar dari titik 2 ke titik 3, bayangan atau proyeksinya pada layar akan bergerak dari titik A ke titik O.
- c. Ketika benda bergerak melingkar dari titik 3 ke titik 4, bayangan atau proyeksinya pada layar akan bergerak dari titik O ke B.
- d. Ketika benda bergerak melingkar dari titik 4 ke titik 1, bayangan atau proyeksinya pada layar akan bergerak dari titik B ke titik O.

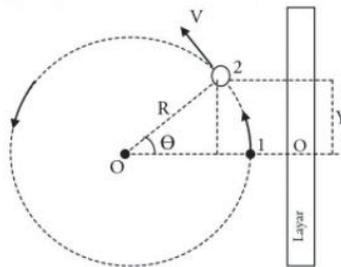
Dari pernyataan dan keterangan di atas menunjukkan jika benda bergerak melingkar satu kali dari titik 1, ke titik 2, ke titik 3, ke titik 4, dan kembali ke titik 1 lagi, maka proyeksi atau bayangannya pada layar akan berupa gerak dari titik ) ke titik A ke titik O ke titik B ke titik O, berupa gerak bolak-balik satu kali melewati titik O (titik seimbang) dan disebut bergetar satu kali.

Jadi, gerak satu getaran adalah merupakan gerak bolak-balik satu kali melewati kedudukan seimbang, yaitu gerak dari O, ke A, ke O, ke B, ke O, atau gerak dari A, ke O, ke B, ke O, ke A, atau gerak dari B, ke O, ke A, ke O, dan ke B. waktu yang diperlukan untuk bergetar satu kali disebut dengan periode ( $T$ ), sedangkan jumlah getaran setiap sekon disebut frekuensi ( $f$ ), yang mana dirumuskan sebagai berikut:

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

Simpangan maksimum getaran di atas adalah merupakan jarak dari titik seimbang (O) ke titik A atau jarak dari titik seimbang (O) ke titik B yang besarnya sama dengan jari-jari lingkaran (R) dan disebut dengan amplitudo (A). apabila gerak melingkar beraturan dilakukan secara terus-menerus maka proyeksinya akan berupa gerak bolak-balik secara terus-menerus melewati kedudukan seimbang dengan simpangan maksimum yang konstan yang kemudian disebut dengan gerak harmonis sederhana.

## 2. Simpangan pada Gerak Harmonis



**Gambar 2.4** Simpangan setiap saat pada Getaran Harmonis

(Suprihanto, S.Pd. & Winarso, S.Pd., 2021)

Pada Gambar 2.4 mendeskripsikan jika selama  $t$  sekon benda melakukan gerak melingkar beraturan dari titik 1 ke titik 2 menempuh sudut  $\theta$  maka terhadap titik seimbang (O) benda 1 mengalami penyimpangan ke atas sejauh  $Y = R \sin \theta$ . Karena  $R = \text{Amplitudo (A)}$ ,

$$\theta = \omega t,$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \text{ dan } T = \frac{1}{f}, \text{ maka:}$$

$$Y = A \sin \theta$$

$$Y = A \sin \omega t$$

$$Y = A \sin \frac{2\pi}{T} t$$

$$Y = A \sin 2 \pi f t$$

Keterangan:

$Y$  = simpangan getar (m)

$A$  = amplitude atau simpangan maksimum (m)

$\theta$  = sudut tempuh (rad)

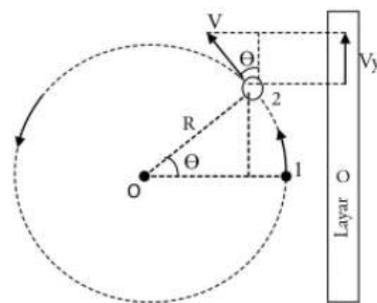
$f$  = frekuensi (Hertz = Hz)

$\omega$  = kecepatan sudut atau kecepatan angular (rad/s)

$t$  = waktu lamanya bergetar (s)

$T$  = periode atau waktu getar (s)

### 3. Kecepatan Gerak Harmonis



**Gambar 2.5** Kecepatan gerak harmonis merupakan proyeksi kecepatan dari gerak melingkar beraturan

(Suprihanto, S.Pd. & Winarso, S.Pd., 2021)

Gambar 2.5 menunjukkan ketika benda melakukan gerak  $\theta$  melingkar beraturan saat sampai di titik 2 menempuh sudut  $\theta$  kecepatannya  $V$ , maka kecepatan getarnya 1 merupakan proyeksi dari  $V$  pada layar vertikal yaitu  $V_y$  yang nilainya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V_y = V \cos \theta \text{ dan karena } V = \omega R,$$

$$R = A, \omega = \frac{2\pi}{T} \text{ dan } = \frac{1}{f}, \text{ maka:}$$

$$V_y = V \cos \theta$$

$$V_y = \omega A \cos \omega t$$

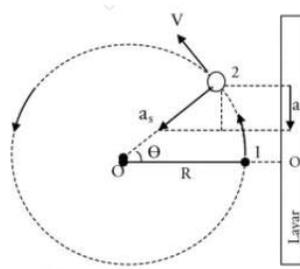
$$V_y = \omega A \cos \frac{2\pi}{T} t$$

$$V_y = \omega A \cos 2\pi ft$$

Keterangan:

$V_y$  = kecepatan gerak harmonis (m/s)

#### 4. Percepatan Gerak Harmonis



**Gambar 2.6** Percepatan gerak harmonis ( $a_y$ ) merupakan proyeksi dari percepatan gerak melingkar beraturan ( $a_s$ )

(Suprihanto, S.Pd. & Winarso, S.Pd., 2021)

Gambar 2.6 mendeskripsikan setiap benda yang sedang bergerak melingkar beraturan akan selalu mengalami percepatan sentripetal yang arahnya selalu menuju ke pusat lingkaran yang nilainya dirumuskan  $a_s = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$ , maka percepatan gerak harmonisnya ( $a_y$ ) merupakan proyeksi dari percepatan sentripetal ( $a_s$ ) yaitu:

$$a_y = -a_s \sin \theta$$

Percepatan gerak harmonis ( $a_y$ ) bertanda negatif karena merupakan besaran vektor yang arahnya ke bawah berlawanan dengan kecepatan arah vektor kecepatan gerak harmonis ( $V_y$ ) yang berarah ke atas. Karena  $a_s = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$ ,  $R = A$ ,  $\omega = \frac{2\pi}{T}$  dan  $= \frac{1}{f}$ , maka:

$$a_y = -\frac{v^2}{A} \sin \theta$$

$$a_y = -\frac{\omega^2 A^2}{A} \sin \omega t$$

$$a_y = -\omega^2 A \sin \omega t$$

$$a_y = -\omega^2 A \sin \frac{2\pi}{T} t$$

$$a_y = -\omega^2 A \sin 2\pi f t$$

$$a_y = -\omega^2 Y$$

Keterangan:

$a_y$  = percepatan gerak harmonis ( $\text{m/s}^2$ )

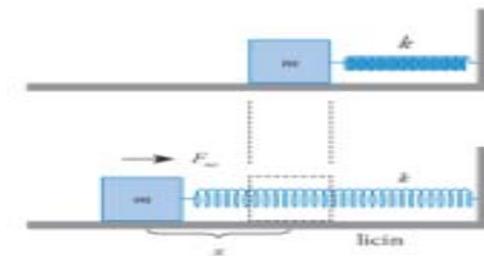
(Suprihanto, S.Pd. & Winarso, S.Pd., 2021)

## 5. Gaya pada Gerak Harmonis

Dalam gerak harmonik, gaya-gaya yang bekerja pada masing-masing kasus berbeda jenisnya, tetapi memiliki ciri yang sama. Ciri-ciri gaya tersebut adalah:

- Besarnya sebanding dengan besar simpangan, dan
- Arahnya berlawanan dengan arah simpangan

Gaya yang memiliki kedua ciri di atas disebut sebagai gaya pemulih ( $F_p$ ) atau gaya restorasi (*restoring force*,  $F_{res}$ ). Gaya pemulih inilah yang menyebabkan benda melakukan gerak harmonik sederhana. Untuk kasus yang berbeda, yang berperan sebagai gaya pemulih berbeda pula.



**Gambar 2.7** Gaya pemulih pada pegas

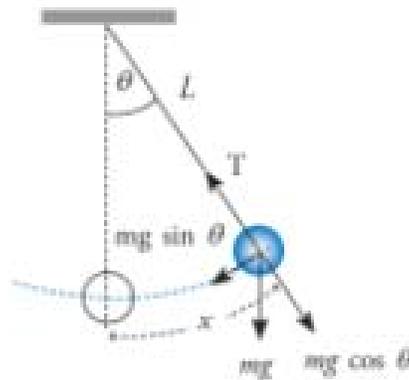
(Bibit Supardi & Agus Kartono, 2017)

Gambar 2.7 menunjukkan untuk kasus getaran pegas horizontal, gaya pemulihnya adalah gaya pegas yang besarnya bisa dinyatakan sebagai berikut:

$$F_{res} = F_p = -kx$$

Dengan  $F_p$  = gaya pegas (N),  $k$  = tetapan gaya pegas (N/m), dan  $x$  = simpangan pegas (m).

Tanda minus menunjukkan arah gaya pemulih ( $F_{res}$ ) yang selalu berlawanan dengan arah simpangan ( $x$ ). Pada Gambar 2.7, arah gaya pemulihnya ke kanan, berlawanan dengan arah simpangan yang ke kiri. Persamaan di atas dikenal dengan hukum Hooke.



**Gambar 2.8** Osilasi bandul. Komponen berat bandul yang menyinggung lintasan berfungsi sebagai gaya pemulih

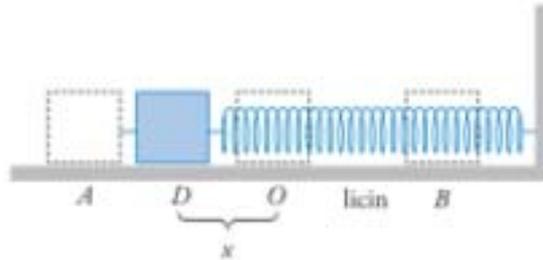
(Bibit Supardi & Agus Kartono, 2017)

Pada Gambar 2.8 menunjukkan kasus bandul atau ayunan yang berperan sebagai gaya pemulih adalah komponen berat benda yang arahnya menyinggung lintasan ayunan, yaitu:

$$F_{res} = F_p = mg \sin \theta$$

dengan  $m$  = massa benda (kg),  $g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ ),  $\theta$  = sudut simpangan ayunan.

## 6. Energi Gerak Harmonis



**Gambar 2.9** Energi potensial pegas bergantung pada simpangan benda

(Bibit Supardi & Agus Kartono, 2017)

Gambar 2.9 mendeskripsikan benda yang bergerak harmonik memiliki energi potensial dan energi kinetik. Sistem pegas-beban yang bergetar di atas permukaan licin tanpa gesekan memiliki energi potensial dan energi kinetik. Besar energi potensial pegas bergantung pada simpangan. Saat simpangannya sebesar  $x$ , energi potensial pegas sebesar

$$EP = \frac{1}{2} kx^2$$

Simpangan benda berubah-ubah sehingga besar energi potensial pegas pun berubah-ubah. Di lain pihak, karena kelajuan benda berubah-ubah, energi kinetiknya pun berubah-ubah. Perubahan energi potensial dan energi kinetik ini berlangsung sedemikian sehingga jumlah keduanya selalu tetap. Dengan kata lain, pada gerak harmonik sederhana berlaku hukum kekekalan energi mekanik.

$$EM_1 = EM_2$$

$$EP_1 + EK_1 = EP_2 + EK_2$$

Hal ini berarti jika energi potensial mengecil, energi kinetiknya membesar. Demikian pula sebaliknya. Saat energi kinetik benda nol, energi potensial benda bernilai maksimum dan besarnya sama dengan energi mekanik (energi total). Hal ini terjadi saat simpangan benda bernilai maksimum ( $y = A$ ), maka:

$$EM = EP_{maks} = \frac{1}{2}kA^2$$

Jadi, pada getaran harmonik terjadi pertukaran energi potensial menjadi energi kinetik atau sebaliknya, tetapi energi total yaitu jumlah energi potensial dan energi kinetik tetap, yaitu sebesar  $\frac{1}{2}kA^2$ .

Dari analisis di atas, dapat ditentukan energi kinetik benda dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned} EK &= EM - EP \\ &= \frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}kx^2 \\ EK &= \frac{1}{2}k(A^2 - x^2) \end{aligned}$$

Meskipun diturunkan dari kasus getaran pegas, rumusan di atas berlaku secara umum untuk semua jenis gerak harmonik sederhana. Hanya saja, nilai konstanta  $k$  yang perlu disesuaikan. Nilai  $k$  untuk gerak harmonik yang lain dapat diuraikan berdasarkan hubungan berikut. Dari perumusan periode getaran pegas  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  diperoleh:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow \frac{k}{m} = 4\pi^2 f^2 \rightarrow k = 4\pi^2 m f^2$$

Jadi, diperoleh:

$$k = 4\pi^2 m f^2$$

Ini merupakan rumus umum nilai  $k$ .

Jika nilai  $k$  dimasukkan ke perumusan energi total gerak harmonik, didapatkan yaitu:

$$\begin{aligned} EM &= \frac{1}{2} k A^2 \\ &= \frac{1}{2} 4\pi^2 m f^2 A^2 \\ &= 2\pi^2 m f^2 A^2 \end{aligned}$$

Keterangan:

$m$  = massa benda (kg)

$f$  = frekuensi getaran benda (Hz)

$A$  = amplitude getaran benda (m).

Persamaan di atas menunjukkan bahwa energi total gerak harmonik berbanding lurus dengan kuadrat frekuensi dan kuadrat amplitudo.

(Bibit Supardi & Agus Kartono, 2017)