

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Model Pembelajaran ICARE

Model pembelajaran ICARE adalah suatu model pembelajaran yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Model ini meliputi *introduction, connect, apply, reflect, and extend* (Wahyudin & Susilana, 2012). Model pembelajaran ICARE ialah model pembelajaran yang memusatkan peserta didik agar dapat memecahkan masalah dengan baik. Peserta didik tidak hanya mendengarkan dan juga membaca, namun dapat menerapkan ilmu yang diperoleh untuk menyelesaikan permasalahan (Latifah et al., 2022). Model pembelajaran tersebut mempunyai daya tarik kepada peserta didik karena mempersiapkan peserta didik untuk mengalami sendiri atau memberi pengalaman belajar bagi peserta didik. Penerapan model pembelajaran yang sesuai disertai dengan kegiatan praktikum sangat penting diterapkan pada pembelajaran untuk mengatasi permasalahan keterampilan proses sains peserta didik (Seftriana et al., 2023). Peserta didik dapat meningkatkan keterampilan proses sains dengan mengamati atau mengobservasi secara langsung (Shofiyati, 2022).

Model pembelajaran ICARE mampu mendorong terjadinya diskusi aktif yang dilakukan antar peserta didik sehingga mereka terbiasa untuk membuktikan sendiri konsep mereka dapatkan secara langsung (Mahdian et al., 2019). Model pembelajaran yang mengajak peserta didik membangun pengetahuannya sendiri dapat meningkatkan keterampilan proses sains (Azahra, 2023). Peserta didik diarahkan untuk mengaitkan pengetahuan dan mengonstruksi secara aktif agar menemukan makna dari permasalahan yang diberikan sehingga memahami kunci dari konsep yang sebenarnya (Yasa et al., 2019).

Menurut Wahyudin & Susilana (2012), terdapat lima tahapan dalam proses pembelajaran, sebagai berikut:

1. *Introduction*

Pada tahap *introduction*, guru terlebih dahulu menyampaikan tujuan pembelajaran sebelum diberikannya materi dan menanamkan pemahaman garis

besar isi materi pelajaran. Guru memberikan stimulus mengenai fenomena yang dikaitkan dengan materi agar menarik perhatian peserta didik untuk memulai pembelajaran. Peserta didik menyimak penjelasan dari guru sehingga pembelajaran dapat kondusif.

2. *Connect*

Pada tahap *connect*, peserta didik dituntut untuk menghubungkan pengetahuan yang dimiliki oleh peserta didik dengan materi baru. Guru dapat mengetahui sejauhmana pengetahuan awal peserta didik kemudian memfasilitasi mereka dengan informasi secara berkesinambungan, sehingga merupakan rangkaian pengalaman yang bermakna. Peserta didik diharapkan menemukan sendiri terkait dengan konsep, fakta dan prinsip yang akan dipelajari pada kegiatan pembelajaran.

3. *Apply*

Pada tahap *apply*, guru mendorong peserta didik untuk mengaplikasikan pengetahuan yang diperoleh dari tahapan *connect*. Peserta didik melakukan kegiatan praktikum dengan bantuan teknologi yaitu praktikum *virtual* dan mencari beberapa informasi terkait materi dari buku paket, internet dan penguatan dari guru bersama teman sekelompoknya agar dapat memecahkan permasalahan. Praktikum yang dilakukan pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner yaitu *PhET Simulations* gelombang pada tali serta *Amrita Lab* percobaan melde.

4. *Reflect*

Pada tahap *reflect*, guru membimbing peserta didik untuk merefleksikan apa yang telah diperoleh pada pembelajaran. Peserta didik mempresentasikan dari hasil praktikum *virtual* yang telah dilakukan. Guru akan menilai sejauhmana keberhasilan pemahaman peserta didik pada materi yang dibahas. Pada tahap ini, melibatkan diskusi kelompok untuk meninjau kembali pemahaman baik secara definisi maupun matematis. Tahapan *reflect* dapat menunjang peserta didik untuk mengorganisasikan pikiran serta pemahaman materi yang telah dicapainya.

5. *Extend*

Pada tahap *extend*, guru menginstruksikan peserta didik untuk mencari fenomena sehari-hari yang berkaitan dengan gelombang berjalan dan gelombang stasioner di buku paket dan internet. Guru menyediakan kegiatan tersebut untuk

memperluas serta memperkuat pembelajaran. Kegiatan ini bertujuan untuk menilai keberhasilan peserta didik dalam memahami materi.

Pelaksanaan kegiatan pembelajaran menggunakan model pembelajaran ICARE akan dipadukan dengan bantuan praktikum *virtual*. Kegiatan praktikum yaitu bagian yang tidak dipisahkan dari pembelajaran IPA, karena praktikum melatih peserta didik dalam keterampilan proses, dan metode yang efektif untuk mencapai tujuan pembelajaran (Candra & Hidayati, 2020). Kegiatan praktikum erat kaitannya dengan keterampilan proses sains karena melalui kegiatan praktikum dapat memberikan pengalaman yang membantu dalam pendekatan ilmiah. Praktikum *virtual* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mendapatkan gambaran nyata dengan mengamati secara langsung. Peserta didik percaya atas kebenaran suatu teori berdasarkan percobaan yang dilakukan oleh peserta didik. Model pembelajaran ICARE berbantuan praktikum cenderung mudah dilakukan oleh guru dan positif bagi kegiatan peserta didik (Triani et al., 2018).

Kelebihan model pembelajaran ICARE dalam proses pembelajaran, diantaranya (Abdan, 2019):

- 1) Memberikan motivasi untuk meningkatkan rasa ingin tahunya serta lebih berperan aktif pada peserta didik.
- 2) Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengaplikasikan materi.
- 3) Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengulang kembali pembelajaran yang telah dipelajari.
- 4) Melatih untuk membangun pengetahuannya sendiri.
- 5) Guru lebih fleksibel dalam mendesain pembelajaran sehingga dapat mengubah gaya belajar peserta didik.

Kelemahan model pembelajaran ICARE dalam proses pembelajaran, diantaranya:

- 1) Membutuhkan waktu yang lama dalam memahami permasalahan yang diberikan.
- 2) Pendidik harus benar-benar melakukan persiapan dengan matang.

Berdasarkan kelemahan model pembelajaran ICARE di atas, peneliti dapat meminimalisir dengan menekankan pentingnya peserta didik aktif dalam mengonstruksi pengetahuan sehingga waktu pembelajaran akan lebih efektif.

2.1.2 Keterampilan Proses Sains

Keterampilan merupakan kemampuan menggunakan pikiran, nalar, serta perbuatan secara efektif dan efisien untuk mencapai hasil tertentu. Salah satu keterampilan untuk mempersiapkan guru abad 21 yaitu keterampilan proses sains. Menurut Nurtang (2019) keterampilan proses sains merupakan pendekatan pembelajaran yang dirancang agar peserta didik dapat menemukan fakta, membangun konsep serta teori dalam pembelajaran. Adapun menurut Putri dkk (2022), keterampilan proses sains merupakan keterampilan memperoleh informasi yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mampu mengamati, mengklasifikasikan, menafsirkan, memprediksi, menerapkan serta mengevaluasi hasil percobaan yang diperoleh dari kegiatan pembelajaran. Jadi, berdasarkan pendapat beberapa ahli dapat disimpulkan bahwa keterampilan proses sains yaitu keterampilan yang digunakan seseorang untuk mendapatkan informasi melalui penyelidikan ilmiah sehingga mampu menemukan hal-hal baru berupa fakta, konsep, dan teori.

Pelaksanaan pembelajaran fisika terjadi perubahan pada keterampilan proses sains dikarenakan adanya kegiatan eksperimen yang dilaksanakan oleh peserta didik (Sinuraya et al., 2019). Melalui kegiatan eksperimen, peserta didik melakukan kegiatan ilmiah untuk membuktikan konsep fisika sehingga dapat memahami konsep dengan baik. Mengajarkan keterampilan proses sains pada peserta didik memberikan kesempatan untuk melakukan sesuatu tentang sains. Peserta didik sangat penting untuk memahami keterampilan proses sains. Hal ini dikarenakan bahwa segala bentuk kegiatan pembelajaran baik di ruang kelas maupun di laboratorium diawali dengan sebuah observasi (Darmaji et al., 2018). Sebagian besar ilmu fisika yang dipelajari mengutamakan materi dengan berpusat pada suatu kegiatan, sehingga keterampilan proses sains dapat menumbuhkan berpikir ilmiah pada peserta didik. Kegiatan praktikum melatih kemampuan ilmiah peserta didik sehingga dapat menunjang pemahaman pengetahuan fisika (Wahyudi & Lestari, 2019). Keterampilan proses sains dapat digunakan untuk memahami fenomena yang terjadi.

Menurut Rustaman (2007) keterampilan proses sains mencakup sejumlah keterampilan yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain, namun terdapat penekanan khusus setiap masing-masing indikator keterampilan proses sains tersebut. Adapun indikator keterampilan proses sains, diantaranya yaitu; mengamati atau observasi, mengklasifikasikan, memprediksi, mengajukan pertanyaan, berhipotesis, merencanakan percobaan, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep, menginterpretasi, dan mengkomunikasikan (Rustaman, 2007).

Menurut buku yang ditulis oleh Dimiyati dan Mudjiono (2015) menyatakan keterampilan proses memiliki dua jenis. Keterampilan ini terdiri dari keterampilan dasar dan keterampilan terintegrasi. Keterampilan dasar terdiri dari enam keterampilan, diantaranya: Mengamati, mengklasifikasikan, mengkomunikasikan, mengukur, memprediksi, dan menyimpulkan. Adapun keterampilan terintegrasi meliputi: Mengidentifikasi variabel, membuat tabulasi data, menyajikan data dalam bentuk grafik, menggambar hubungan antar variabel, menyusun hipotesis, mengolah data serta menyimpulkan, menganalisa penelitian, merancang penelitian, mengidentifikasi variabel secara operasional, serta melaksanakan eksperimen (Dimiyati & Mudjiono, 2015).

Aspek keterampilan proses sains yang akan digunakan pada penelitian yakni mengacu pada indikator keterampilan proses sains dasar menurut Dimiyati dan Mudjiono dengan enam indikator diantaranya; mengamati, mengklasifikasikan, mengkomunikasikan, mengukur, memprediksi, dan menyimpulkan. Enam indikator tersebut mencakup pemahaman materi dan penerapan model pembelajaran yang digunakan oleh peneliti. Berikut beberapa indikator keterampilan proses sains dasar.

Tabel 2.1 Indikator Keterampilan Proses Sains Menurut Dimiyati dan Mudjiono

No.	Indikator	Sub Indikator
1	Mengamati	• Menggunakan alat indera
		• Melakukan observasi kualitatif dan kuantitatif
2	Mengklasifikasikan	• Menemukan persamaan dan perbedaan
		• Mencari dasar pengelompokkan
3	Mengkomunikasikan	• Membaca grafik, tabel, atau bagan
		• Menyusun laporan secara sistematis

No.	Indikator	Sub Indikator
4	Mengukur	• Menggunakan alat yang sesuai
		• Mengukur dalam satuan yang sesuai
5	Memprediksi	• Mengajukan perkiraan tentang sesuatu yang belum terjadi
6	Menyimpulkan	• Menarik kesimpulan berdasarkan hasil percobaan

1. Mengamati

Mengamati yaitu keterampilan proses sains yang paling mendasar. Mengamati berarti mengumpulkan fakta untuk memperoleh informasi menggunakan alat indera. Hasil dari pengamatan panca indera berupa respon pengamat terhadap berbagai objek ataupun fenomena alam yang dapat bersifat kualitatif atau kuantitatif.

2. Mengklasifikasikan

Mengklasifikasikan yaitu keterampilan proses sains dalam menentukan berbagai objek berdasarkan sifat-sifat khusus atau ciri-ciri sehingga dapat dikelompokkan dari peristiwa yang diamati. Klasifikasi mencakup beberapa kegiatan seperti menemukan persamaan dan perbedaan, mencari dasar pengelompokkan, dan menghubungkan hasil observasi.

3. Mengkomunikasikan

Mengkomunikasikan merupakan kegiatan dalam mengutarakan konsep, membaca grafik atau tabel, dan mengkomunikasikan hasil eksperimen. Peserta didik dituntut untuk menyusun laporan secara sistematis serta dapat mengkomunikasikan hasil percobaan melalui tabel data pada kegiatan presentasi. Keterampilan proses sains ini perlu dilatih pada diri peserta didik untuk dapat mengemukakan ide dan gagasannya dalam memecahkan permasalahan.

4. Mengukur

Mengukur yaitu proses membandingkan hal yang diukur dengan satuan tertentu yang telah ditetapkan. Alat yang digunakan untuk mengukur harus sesuai untuk memperoleh data yang tepat.

5. Memprediksi

Memprediksi merupakan proses mengajukan dugaan terhadap sesuatu yang akan terjadi berdasarkan perkiraan pada pola, atau konsep ilmu pengetahuan. Prediksi didasarkan pada pengamatan, pengukuran serta kesimpulan terhadap hubungan-hubungan antara variabel yang diamati.

6. Menyimpulkan

Menyimpulkan yaitu menjelaskan atau menginterpretasikan hasil pengamatan serta menarik kesimpulan pada pengamatan/percobaan yang dilakukan. Menyimpulkan meliputi keterampilan menghubungkan hasil pengamatan, mendapatkan pola atau keteraturan dari hasil percobaan, dan menyimpulkan hasil percobaan.

Tabel 2.2 Keterkaitan Model Pembelajaran ICARE dengan Keterampilan Proses Sains

Sintaks Pembelajaran	Aspek Keterampilan Proses Sains
<i>Introduction</i>	Guru memberikan stimulus berupa gambar/video mengenai materi pembelajaran untuk memancing ide peserta didik dan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan. Pada tahap ini, peserta didik mengamati sesuatu permasalahan dari gambar/video dan menjawab pertanyaan sebagai awal pemahaman materi.
<i>Connect</i>	Guru menjelaskan garis besar materi yang akan dipelajari. Peserta didik mencari informasi terkait materi yang dipelajari berupa buku paket, internet serta penguatan dari guru dan mengklasifikasikan terkait pertanyaan yang diberikan oleh guru dikarenakan peserta didik dapat menghubungkan pengetahuan sebelumnya dengan pengetahuan baru. Guru menginstruksikan peserta didik untuk memprediksikan dengan mengutarakan jawaban sementara dari permasalahan yang mereka teliti.
<i>Apply</i>	Guru membimbing peserta didik melakukan percobaan dengan mengukur sesuai fungsinya. Pada tahap ini, peserta didik mempraktikkan materi yang sedang dipelajari dengan melakukan praktikum <i>virtual</i> . Adapun peserta didik berdiskusi dengan teman sekelompoknya terkait hasil eksperimen dan dicatat pada LKPD.
<i>Reflect</i>	Pada tahap ini, mengkomunikasikan untuk saling tanya jawab satu sama lain. Masing-masing kelompok dapat

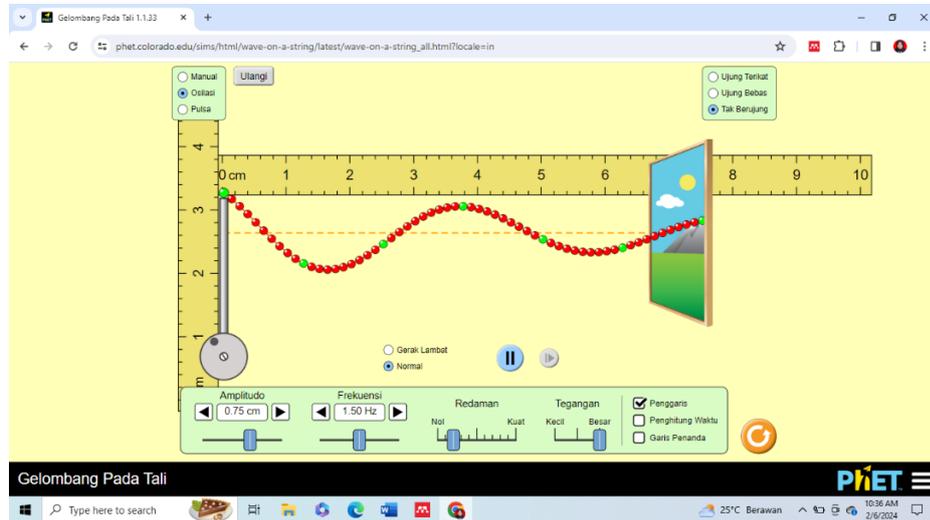
Sintaks Pembelajaran	Aspek Keterampilan Proses Sains
	mengajukan pendapat mereka dengan mempresentasikan hasil percobaan serta diskusi kelompoknya di depan kelas.
<i>Extend</i>	Pada akhir pembelajaran, peserta didik menyimpulkan pembelajaran yang sudah dipelajari serta mengerjakan tugas yang diberikan oleh guru untuk memberi penguatan terhadap materi pembelajaran.

2.1.3 Praktikum *Virtual*

Praktikum *virtual* adalah sebuah program komputer yang memungkinkan peserta didik untuk menjalankan praktikum simulasi dengan jaringan internet. Praktikum *virtual* memudahkan peserta didik untuk melakukan praktikum karena semua alat dan bahan telah disediakan secara *virtual* di dalam aplikasi. Selain itu, membantu guru untuk mengelola dalam melaksanakan praktikum serta memberikan pengurangan waktu pembelajaran. Melalui praktikum *virtual*, peserta didik mendapatkan pengalaman untuk meningkatkan pengetahuan secara ilmiah dan rasional. Peserta didik membuktikan sendiri fakta dari sebuah teori yang diteliti dalam kegiatan praktikum. Oleh karena itu, guru dapat menilai sikap ilmiah peserta didik.

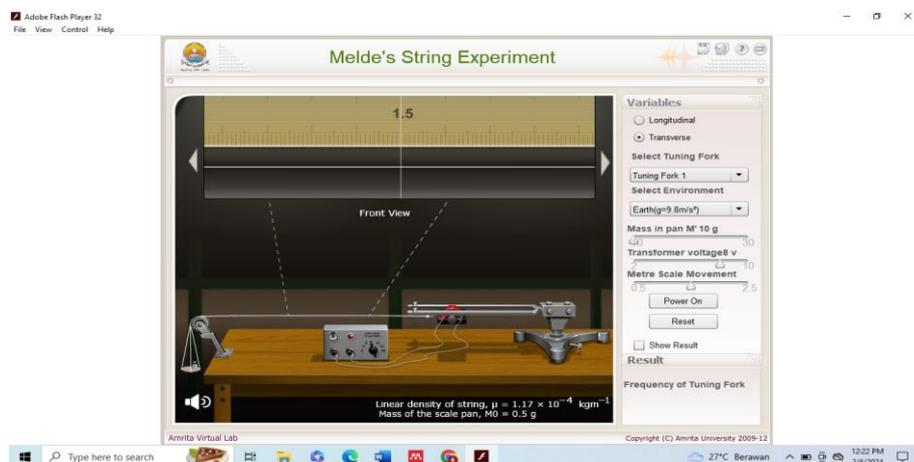
Praktikum *virtual* yang digunakan pada penelitian ini yaitu *PhET Simulations* dan *Amrita Lab*. Penggunaan praktikum *virtual* dalam sintaks model pembelajaran ICARE yaitu pada tahapan *apply*. Peserta didik mengaplikasikan materi pembelajaran dengan melakukan praktikum. *PhET Simulations* dan *Amrita Lab* merupakan aplikasi yang menyediakan praktikum *virtual* untuk digunakan dalam pembelajaran. Adapun *PhET Simulations* yang digunakan yaitu gelombang pada tali untuk mengetahui besaran-besaran pada gelombang berjalan. *PhET Simulations* menunjang peserta didik dalam memahami konsep *visual* serta fenomena abstrak yang sulit dijelaskan dalam pembelajaran. Penggunaan *PhET Simulations* dalam pembelajaran bertujuan untuk membantu memperjelas konsep, mempermudah guru dalam menyampaikan materi sehingga mampu meningkatkan efisien waktu, dan membangun pembelajaran yang bermakna serta menyenangkan karena memberi ruang peserta didik agar berpartisipasi aktif (Alfiah & Dwikoranto,

2022). Peserta didik diberikan LKPD sebagai pedoman pelaksanaan praktikum secara *virtual*. *PhET Simulations* dapat digunakan di *handphone* atau laptop untuk mengakses praktikum.



Gambar 2.1 Tampilan *PhET Simulations* pada Gelombang Tali

Amrita Lab merupakan sebuah perangkat lunak berbasis teknologi yang digunakan untuk melakukan percobaan secara *online* dalam bidang sains. *Amrita* dapat diakses melalui laptop atau *handphone*. Melalui *Amrita Lab*, peserta didik dapat melakukan praktikum secara *virtual*. Penggunaan *amrita lab* diharapkan dapat membantu guru dalam memenuhi kebutuhan pelaksanaan praktikum di sekolah. *Amrita Lab* yang digunakan yaitu alat senar melde untuk mengetahui frekuensi garpu tala. Praktikum ini dilakukan dengan guru mendemonstrasikan percobaan dan peserta didik mengamati percobaan yang sedang didemonstrasikan.

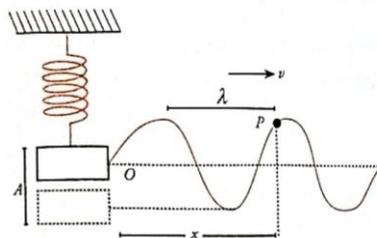


Gambar 2.2 Tampilan *Amrita Lab* pada Percobaan Melde

2.1.4 Materi Gelombang Berjalan dan Gelombang Stasioner

A. Gelombang Berjalan

Gelombang berjalan merupakan gelombang yang merambat dengan amplitudo tetap (Kanginan, 2017). Pada satu fase gelombang berjalan akan bergetar secara harmonis dengan amplitudo yang sama besar. Jika ujung salah satu tali diikatkan pada beban yang tergantung pada pegas vertikal serta pegas digetarkan naik turun, maka getaran pegas akan merambat pada tali membentuk gelombang berjalan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.

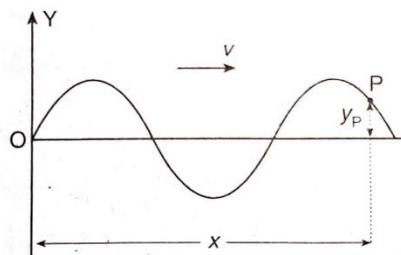


Gambar 2.3 Gelombang berjalan pada tali

Sumber: (Kanginan, 2017)

1. Persamaan Simpangan

Pada Gambar 2.4 terdapat seutas tali dari titik asal getaran O telah bergerak naik turun selama t sekon. Persamaan gelombang untuk titik O akan memenuhi persamaan simpangan getaran harmonik sederhana dengan sudut fase awal $\theta_0 = 0^\circ$ sebagai berikut (Kanginan, 2017).



Gambar 2.4 Gelombang berjalan dengan titik asal O

Sumber: (Abadi et al., 2017)

$$y = A \sin \omega t \text{ atau } y = A \sin 2\pi\varphi \quad (1)$$

dengan $\varphi = \frac{t}{T}$

Keterangan:

y = simpangan (m)

A = amplitudo (m)

ω = kecepatan sudut (rad/s)

t = waktu (s)

φ = fase gelombang

Jika cepat rambat gelombang yaitu v , maka waktu yang dibutuhkan gelombang untuk merambat dari O ke P yakni jarak OP dibagi v atau $\frac{x}{v}$. Artinya, ketika titik O telah bergetar selama t sekon, titik P telah bergerak selama $t_p = t - \frac{x}{v}$. Fase getaran naik turun di titik P akibat gelombang dari titik O sebagai berikut.

$$\varphi_p = \frac{t_p}{T} = \frac{t - \frac{x}{v}}{T} = \frac{t}{T} - \frac{x}{vT} \quad (2)$$

Oleh karena $vT = \lambda$, maka persamaan simpangan gelombang berjalan yang memenuhi pada titik P adalah sebagai berikut (Kanginan, 2017).

$$y = \pm A \sin(\omega t \mp kx) \quad (3)$$

$$y = \pm A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} \mp \frac{x}{\lambda} \right) \quad (4)$$

Perjanjian Tanda:

Positif (+) pada A = awal getaran bergerak ke atas

Negatif (-) pada A = awal getaran bergerak ke bawah

Positif (+) pada kx = gelombang merambat ke kiri

Negatif (-) pada kx = gelombang merambat ke kanan

2. Kecepatan dan Percepatan Partikel

Apabila simpangan titik P terhadap waktu diketahui, kecepatan serta percepatan dapat diperoleh melalui fungsi differensial (turunan). Kecepatan partikel di titik P yaitu turunan pertama dari simpangan gelombang terhadap lama getarnya (waktu). Secara matematis dapat diturunkan persamaannya sebagai berikut (Kanginan, 2017).

$$v_p = \frac{dy}{dt} = \frac{d}{dt} [A \sin(\omega t - kx)]$$

$$v_p = \omega A \cos(\omega t - kx) \quad (5)$$

Percepatan partikel di titik P yaitu turunan kecepatan terhadap waktu getarnya. Secara matematis dapat diturunkan persamaannya sebagai berikut (Kanginan, 2017).

$$a_p = \frac{d v_p}{d t} = \frac{d}{d t} [\omega A \cos (\omega t - k x)]$$

$$a_p = -\omega^2 A \sin(\omega t - k x) \quad (6)$$

3. Sudut Fase, Fase, dan Beda Fase Gelombang Berjalan

Sudut fase merupakan besar sudut dalam fungsi sinus yang ditempuh oleh gelombang pada saat bergetar. Artinya, sudut fase yaitu fungsi sinus dari persamaan umum gelombang. Fase gelombang merupakan besaran yang berkaitan dengan arah gerak serta simpangan gelombang (Sujoko, 2020). Sedangkan beda fase merupakan besaran antara satu fase dengan fase lainnya. Pada persamaan (3) telah diketahui bahwa formulasi gelombang berjalan yang merambat ke kanan yaitu:

$$y = A \sin(\omega t - k x) = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

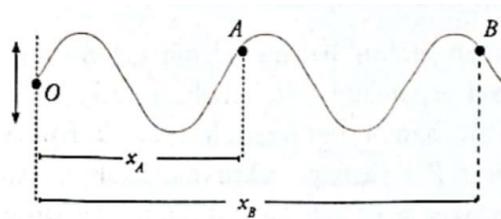
Berdasarkan persamaan tersebut, didapatkan besar sudut fase sebagai berikut (Kanginan, 2017).

$$\theta_p = \omega t - k x = 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \quad (7)$$

Besar fase gelombangnya yaitu:

$$\varphi_p = \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \quad (8)$$

Formula beda fase gelombang berjalan dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Beda fase gelombang berjalan

Sumber: (Kanginan, 2017)

Beda fase antara titik A dan B adalah sebagai berikut (Kanginan, 2017).

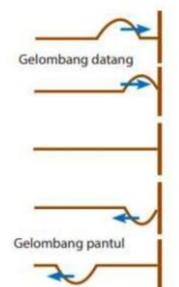
$$\begin{aligned}\Delta\varphi &= \varphi_B - \varphi_A \\ \Delta\varphi &= \left(\frac{t}{T} - \frac{x_B}{\lambda}\right) - \left(\frac{t}{T} - \frac{x_A}{\lambda}\right) \\ \Delta\varphi &= -\left(\frac{x_B}{\lambda} - \frac{x_A}{\lambda}\right) \\ \Delta\varphi &= -\frac{\Delta x}{\lambda}\end{aligned}\tag{9}$$

B. Gelombang Stasioner

Gelombang stasioner merupakan gelombang yang merambat dengan amplitudo berubah (Kanginan, 2017). Gelombang stasioner terjadi karena adanya interferensi terus-menerus antara gelombang datang dan gelombang pantul yang berjalan dengan arah berlawanan (Abadi et al., 2017). Gelombang stasioner disebut juga sebagai gelombang berdiri (gelombang tegak). Jika terdapat seutas tali digetarkan harmonik naik-turun, maka gelombang sinusoidal akan merambat sepanjang tali. Gelombang pantul terbentuk apabila gelombang yang datang dipantulkan. Oleh karena itu, pada setiap titik sepanjang tali akan bertemu dua gelombang yakni gelombang datang serta gelombang pantul. Keduanya memiliki amplitudo serta frekuensi yang sama. Superposisi kedua gelombang yang berlawanan arah akan menghasilkan gelombang stasioner. Gelombang stasioner terdiri dari perut serta simpul. Simpul adalah titik yang memiliki amplitudo nol, sedangkan perut adalah titik yang amplitudonya maksimum (Kanginan, 2017).

1. Gelombang Stasioner pada Ujung Terikat

Ujung terikat merupakan suatu kondisi dimana ujung tali yang tidak digetarkan diikat kuat pada sebuah tiang sehingga tidak dapat bergerak saat ujung lainnya digetarkan (Kanginan, 2017).



Gambar 2.6 Pemantulan pada ujung terikat

Sumber: (Sujoko, 2020)

Gelombang datang yang memiliki simpangan awal bergetar ke atas serta merambat ke kanan dirumuskan sebagai berikut.

$$y_1 = A \sin(kx - \omega t) \quad (10)$$

Adapun gelombang pantul yang merambat ke kiri serta dibalik (berlawanan fase) dirumuskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} y_2 &= -A \sin(-kx - \omega t) \\ y_2 &= A \sin(kx + \omega t) \end{aligned} \quad (11)$$

Berdasarkan persamaan (10) dan (11) dapat diperoleh rumus gelombang stasioner pada ujung terikat yaitu:

$$\begin{aligned} y &= y_1 + y_2 \\ y &= A \sin(kx - \omega t) + A \sin(kx + \omega t) \\ y &= A[\sin(kx - \omega t) + \sin(kx + \omega t)] \end{aligned} \quad (12)$$

Mengingat $\sin A + \sin B = 2 \sin \frac{1}{2}(A + B) \cos \frac{1}{2}(A - B)$, maka

$$\begin{aligned} y &= A \times 2 \sin \frac{1}{2}(kx - \omega t + kx + \omega t) \cos \frac{1}{2}[kx - \omega t - (kx + \omega t)] \\ y &= 2A \sin kx \cos \omega t \end{aligned} \quad (13)$$

Dapat disimpulkan, bahwa besar amplitudo gelombang stasioner pada ujung terikat yaitu:

$$A_s = 2A \sin kx \quad (14)$$

Keterangan:

A_s = amplitudo gelombang stasioner (m)

y = simpangan pada gelombang stasioner (m)

k = bilangan gelombang

x = jarak titik dari ujung terikat (m)

t = waktu (s)

Letak simpul gelombang stasioner pada ujung terikat diketahui apabila simpangan gelombang adalah nol. Persamaan letak simpul gelombang stasioner ujung terikat adalah sebagai berikut (Kanginan, 2017).

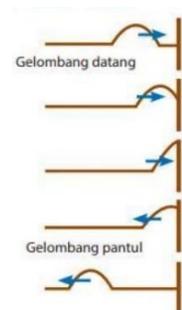
$$x_{sn} = 2n \times \frac{\lambda}{4}; n = 0, 1, 2, \dots \quad (15)$$

Letak perut untuk gelombang stasioner pada ujung terikat terjadi jika simpangan gelombang telah mencapai nilai maksimum. Rumus letak perut gelombang stasioner ujung terikat adalah sebagai berikut (Kanginan, 2017).

$$x_{pn} = (2n + 1) \times \frac{\lambda}{4}; n = 0, 1, 2, \dots \quad (16)$$

2. Gelombang Stasioner pada Ujung Bebas

Ujung bebas adalah suatu kondisi dimana ujung tali yang tidak digetarkan diikat pada suatu gelang yang bergerak pada tiang tanpa adanya gesekan (Kanginan, 2017).



Gambar 2.7 Pemantulan pada ujung bebas

Sumber: (Sujoko, 2020)

Berbeda dengan gelombang stasioner pada ujung terikat, pemantulan pada gelombang bebas tidak mengalami pembalikan. Dengan demikian, gelombang datang yang merambat ke kanan dirumuskan sebagai berikut.

$$y_1 = A \sin(kx - \omega t) \quad (17)$$

Adapun gelombang pantul yang merambat ke kiri serta sefase dirumuskan sebagai berikut.

$$y_2 = A \sin(-kx - \omega t) \quad (18)$$

Mengingat $\sin(-\alpha) = -\sin \alpha$, maka

$$y_2 = -A \sin(kx + \omega t) \quad (19)$$

Berdasarkan persamaan (17) dan (19) dapat diperoleh rumus gelombang stasioner pada ujung bebas yaitu:

$$y = y_1 + y_2$$

$$y = A \sin(kx - \omega t) - A \sin(kx + \omega t)$$

$$y = A[\sin(kx - \omega t) - \sin(kx + \omega t)] \quad (20)$$

Diperoleh

$$y = 2A \cos kx \sin \omega t \quad (21)$$

Dapat disimpulkan, bahwa besar amplitudo gelombang stasioner pada ujung bebas yaitu:

$$A_p = 2A \cos kx \quad (22)$$

Letak simpul gelombang stasioner pada ujung bebas diketahui apabila simpangan gelombang adalah nol. Persamaan letak simpul gelombang stasioner ujung bebas adalah sebagai berikut (Kanginan, 2017).

$$x_{sn} = (2n + 1) \times \frac{\lambda}{4}; n = 0, 1, 2, \dots \quad (23)$$

Letak perut gelombang stasioner pada ujung terikat terjadi jika simpangan gelombang telah mencapai nilai maksimum. Persamaan letak perut gelombang stasioner ujung bebas adalah sebagai berikut (Kanginan, 2017).

$$x_{pn} = 2n \times \frac{\lambda}{4}; n = 0, 1, 2, \dots \quad (24)$$

2.2 Hasil yang Relevan

Hasil penelitian yang relevan dengan penelitian penulis yang berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran ICARE berbantuan praktikum *virtual* terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner” adalah sebagai berikut:

1. Mahdian, Almubarak, dan Nurul Hikmah (2019) dalam jurnalnya yang berjudul “Implementasi Model Pembelajaran ICARE (*Introduction-Connect-Apply-Reflect-Extend*) Terhadap Keterampilan Proses Sains pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit” bahwa terdapat perbedaan keterampilan proses sains antara peserta didik yang belajar menggunakan model pembelajaran ICARE lebih tinggi daripada peserta didik yang menggunakan model pembelajaran *Direct Instruction*. Perbedaan ini diperoleh dari hasil uji-t yang menunjukkan $t_{hitung} > t_{tabel}$ yakni $5,9 > 2,0$. Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan dilakukan yakni pada variabel terikat dan model yang digunakan yakni keterampilan proses sains dan model pembelajaran ICARE. Adapun perbedaan penelitian yang dilakukan dengan penelitian sebelumnya terletak pada materi yang dipilih. Penelitian sebelumnya yaitu

materi larutan elektrolit dan non elektrolit, sedangkan materi yang dipilih pada penelitian yang akan dilakukan yaitu materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner.

2. Jurubahasa Sinuraya, Deo Demonta Panggabean, dan Ida Wahyuni (2019) dalam jurnalnya yang berjudul “Analisis Hubungan Keterampilan Proses Sains dan Kreativitas dengan Hasil Belajar Kognitif melalui Penggunaan LKM Berorientasi ICARE pada Pembelajaran Mata Kuliah Fisika SMA” bahwa terdapat hubungan yang positif antara keterampilan proses sains dan kreativitas dengan hasil belajar menggunakan LKM yang berorientasi ICARE. Perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian sebelumnya terletak pada variabel terikat. Variabel terikat yang diukur pada penelitian sebelumnya adalah menganalisis hubungan keterampilan proses sains dan kreativitas sedangkan penelitian yang akan dilakukan hanya mengukur keterampilan proses sains saja.
3. Randra Candra dan Dian Hidayati (2020) dalam jurnalnya yang berjudul “Penerapan Praktikum dalam Meningkatkan Keterampilan Proses dan Kerja Peserta Didik di Laboratorium” bahwa setelah diterapkannya praktikum pada peserta didik mampu meningkatkan keterampilan proses berupa mengamati, mengklasifikasikan, mengkomunikasikan, mengukur, memprediksi, dan menyimpulkan. Kesamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah menerapkan praktikum pada pembelajaran dan indikator keterampilan proses sains yang digunakan. Namun, praktikum yang dilakukan pada penelitian menggunakan teknologi yaitu praktikum *virtual*. Perbedaan penelitian terletak pada penggunaan model pembelajaran dalam pembelajaran Fisika yaitu model ICARE dengan bantuan praktikum *virtual*.
4. Risda Destari, Parsaroan S dan R. Efendi (2021) dalam jurnalnya yang berjudul “Efektivitas Model ICARE untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Alat Optik” bahwa terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis yang berada pada kategori sedang dan diperoleh nilai *effect size* sebesar 3,47 termasuk ke dalam kategori efek besar, artinya pembelajaran dengan model pembelajaran ICARE lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan dilakukan yakni

menggunakan variabel bebas model pembelajaran ICARE. Adapun perbedaan penelitian yang dilakukan dengan penelitian sebelumnya yaitu terletak pada variabel terikat dan materi yang diteliti. Penelitian sebelumnya meneliti keterampilan berpikir kreatif pada materi alat optik sedangkan penelitian yang akan dilakukan yaitu meneliti keterampilan proses sains pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner.

5. Noor Shofiyati (2022) dalam jurnalnya yang berjudul “Peningkatan Keaktifan dan Hasil Belajar Siswa Melalui Penerapan Model Pembelajaran ICARE pada Materi Persamaan Garis Lurus Kelas VIII D MTsN 9 Bantul” bahwa model pembelajaran ICARE mampu meningkatkan keaktifan dan hasil belajar peserta didik. Perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian sebelumnya terletak pada variabel terikatnya. Penelitian sebelumnya menggunakan variabel terikat berupa keaktifan dan hasil belajar, sedangkan penelitian yang dilakukan menggunakan variabel terikat berupa keterampilan proses sains.

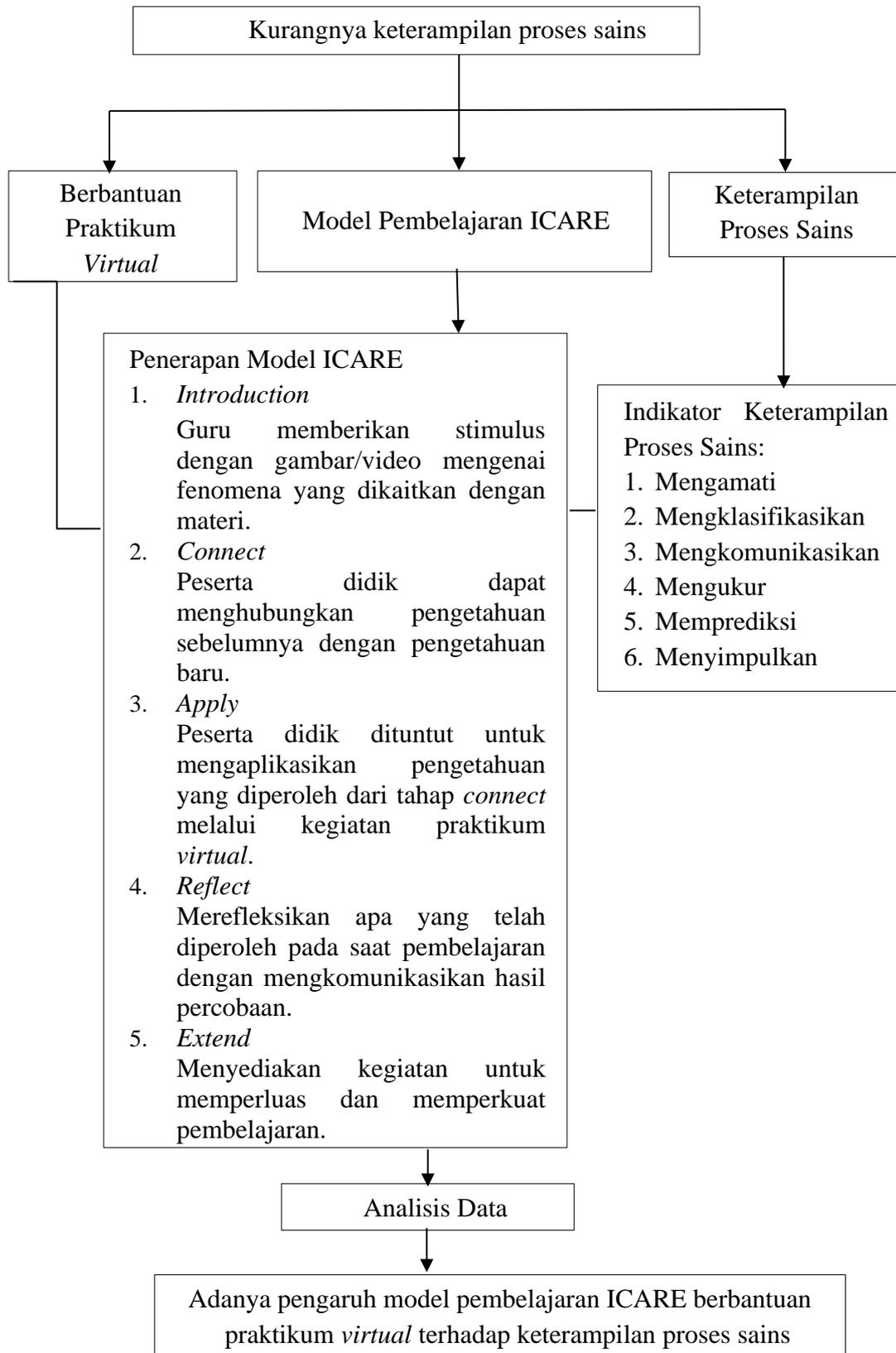
2.3 Kerangka Konseptual

Hasil studi pendahuluan yang telah dilaksanakan di MAN 2 Kabupaten Tasikmalaya pada kelas XI MIPA melalui wawancara, observasi serta tes keterampilan proses sains menunjukkan bahwa keterampilan proses sains masih kurang. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru Fisika, didapatkan informasi bahwa pembelajaran Fisika yang dilakukan di kelas masih menggunakan metode ceramah sehingga peserta didik kurang terlibat aktif dalam pembelajaran. Namun, setiap awal pembelajaran selalu diberikan *stimulation* terlebih dahulu berupa gambar untuk menyediakan kondisi interaktif belajar. Selain itu, kegiatan praktikum jarang dilakukan karena keterbatasan waktu pembelajaran sehingga pembelajaran hanya penyampaian materi dari guru tanpa melibatkan peserta didik untuk mendapatkan pengetahuannya secara langsung. Guru belum menekankan pembelajaran dengan penyelidikan secara ilmiah. Berdasarkan hasil observasi, peserta didik merasa kurang percaya diri dalam menjawab dan menyelesaikan latihan soal. Hal ini peserta didik belum dapat mengutarakan ide atau gagasannya

dalam memecahkan suatu masalah yang diberikan. Hasil tes keterampilan proses sains peserta didik yang telah dilaksanakan masih tergolong sangat kurang.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu adanya perbaikan dalam proses pembelajaran Fisika. Perbaikan tersebut dapat dilakukan dengan cara penggunaan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik serta mendorong keterampilan proses sains peserta didik. Hal ini dapat dilakukan dengan menerapkan model pembelajaran ICARE berbantuan praktikum *virtual* pada pembelajaran Fisika. Model pembelajaran ICARE berbantuan praktikum *virtual* dipilih oleh peneliti karena melibatkan pengalaman sebagai sumber pengetahuan dengan mengaplikasikannya dalam proses pembelajaran dan dengan bantuan praktikum *virtual* untuk mempelajari materi secara ilmiah.

Pembelajaran yang optimal dapat didukung dengan pengetahuan secara langsung seperti pelaksanaan praktikum. Praktikum merupakan cara belajar peserta didik untuk melakukan percobaan dengan mengalami serta membuktikan sesuatu yang dipelajari. Kegiatan praktikum dilakukan dengan bantuan teknologi yaitu praktikum *virtual* yang menunjang peserta didik menjadi lebih mudah dalam memahami materi yang dipelajari serta dapat menyelesaikan permasalahan secara ilmiah. Keterlibatan peserta didik dalam kegiatan praktikum *virtual* dapat meningkatkan potensi keterampilan proses sains melalui tahapan mengamati, mengklasifikasikan, mengkomunikasikan, mengukur, memprediksi, dan menyimpulkan. Berdasarkan uraian di atas, penulis menduga terdapat adanya pengaruh model pembelajaran ICARE berbantuan praktikum *virtual* terhadap keterampilan proses sains pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner.



Gambar 2.8 Kerangka Konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan pertanyaan dari rumusan masalah, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- H_0 : Tidak ada pengaruh model pembelajaran ICARE berbantuan praktikum *virtual* terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner di kelas XI MIPA MAN 2 Kabupaten Tasikmalaya tahun ajaran 2023/2024.
- H_a : Ada pengaruh model pembelajaran ICARE berbantuan praktikum *virtual* terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner di kelas XI MIPA MAN 2 Kabupaten Tasikmalaya tahun ajaran 2023/2024.