

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Model *Simas Eric*

Model Pembelajaran *skimming, mind mapping, questioning, exploring, writing, communicating (Simas Eric)* merupakan model pembelajaran yang dikembangkan oleh Darmawan dkk pada tahun 2015. Model pembelajaran *Simas Eric* adalah salah satu model pembelajaran inovatif yang memfokuskan pada pembelajaran *student centered* dengan kegiatan pembelajaran yang menarik (Darmawan et al., 2016). Menurut Az-zahra et al. (2023) Model pembelajaran *Simas Eric* adalah model pembelajaran inovatif yang mampu mengkolaborasikan kegiatan pembelajaran yang mencakup kriteria 5 M (mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, menegosiasi, dan mengkomunikasikan) serta 4C (*critical thinking, creativity, colaboration, dan comunication*) pada saat kegiatan belajar mengajar. Menurut Almala (2005) *the theoretical background of simas eric model includes: constructivism, cognitivism, connectivism and behaviourism*, artinya model pembelajaran *Simas Eric* ini bisa dikatakan juga model pembelajaran yang berbasis konstruktivisme, konektivisme, kognitivisme dan behaviorisme dimana teori pembelajaran konstruktivis merupakan teori pembelajaran berdasarkan kepada prinsip pengetahuan yang dihasilkan dari pengalaman secara langsung.

Model pembelajaran *Simas Eric* memiliki 6 tahapan pembelajaran yaitu antara lain *skimming* (membaca dan mengamati), *mind mapping* (membuat peta pikiran), *questioning* (bertanya), *exploring* (mengeksplor), *writing* (menuliskan), *communicating* (mengkomunikasikan) (Darmawan et al., 2016). Penggunaan model tersebut diharapkan peserta didik dapat menganalisis sebuah kebenaran dan mengeluarkan keterampilannya untuk menyelesaikan sebuah masalah dengan cara meningkatkan keterampilan berpikir kritis mereka pada proses pembelajaran yang dilaksanakan. Berikut merupakan penjelasan secara detail mengenai tahapan dari model pembelajaran *Simas Eric* yang disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Tahapan Model Pembelajaran *Simas Eric*

Sintaks	Keterangan Kegiatan
<i>Skimming</i>	Pada tahap ini peserta didik diberikan tugas untuk membaca dan mengamati materi yang akan dipelajari nanti, kemudian diberikan suatu fenomena.
<i>Mind Mapping</i>	Tahap ini, peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok secara acak. Selanjutnya peserta didik diminta untuk membuat peta pikiran atau mengklasifikasikan hasil pengamatan sebelumnya.
<i>Questioning</i>	Dalam tahap ini peserta didik akan membuat suatu pertanyaan yang berhubungan dengan apa yang sudah dipelajari dan diamati.
<i>Exploring</i>	Pada tahap ini peserta didik melakukan suatu percobaan atau praktikum untuk menjawab pertanyaan yang sudah dibuat sebelumnya pada tahap <i>questioning</i> .
<i>Writing</i>	Selanjutnya tahap <i>writing</i> , peserta didik menuliskan hasil dari percobaan yang telah dilakukan baik itu berupa data atau pun hasil lainnya. Kemudian peserta didik mengolah data hasil dari percobaan yang telah dilakukan oleh masing-masing kelompok
<i>Communicating</i>	Pada tahap ini, peserta didik memaparkan hasil diskusi kelompoknya di depan kelas. Setelah itu, mereka merumuskan kesimpulan mengenai materi yang telah dipelajari.

(Darmawan et al., 2016)

Menurut (Komalasari & Leonard, 2018) model pembelajaran *Simas Eric* memiliki kelebihan, berikut adalah kelebihan dari model pembelajaran *Simas Eric*.

- Guru bisa menilai peserta didik dengan lebih mudah dan memantau setiap aktivitasnya karena setiap tahap mengandung penilaian dari berbagai aspek;
- Menstimulasi peserta didik supaya meningkatkan keterampilan berpikir;
- Mengembangkan keterampilan-keterampilan pemecahan masalah;
- Peserta didik dapat meningkatkan kolaborasi dalam menerapkan pengetahuan;
- Peserta didik dapat belajar dan memahami mengenai teknologi informasi.

Tapi model pembelajaran *Simas Eric* ini juga mempunyai kekurangan salah satunya adalah memerlukan waktu yang cukup lama dikarenakan tahapan yang harus dilakukan dari model *Simas Eric* ini cukup banyak (Komalasari & Leonard, 2018). Tapi hal ini bisa diatasi dengan cara mengatur dan mengoptimalkan

jam pembelajaran, sehingga tahapan dari model pembelajaran *Simas Eric* ini dapat dilaksanakan dengan baik dan tepat waktu.

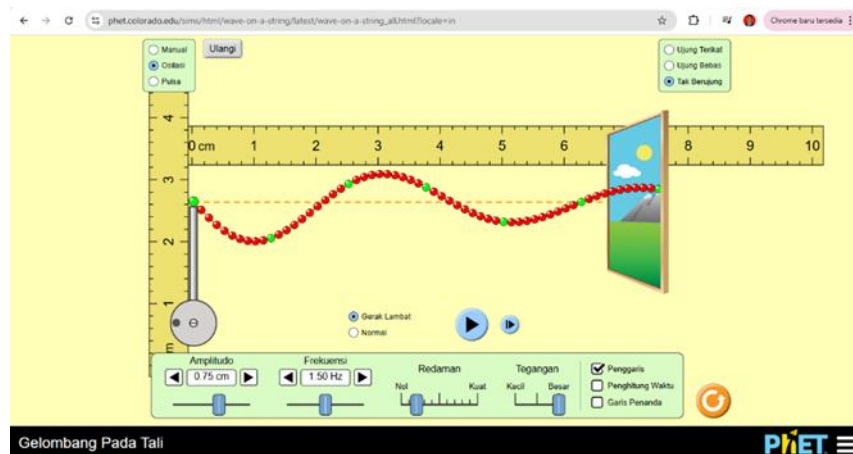
2.1.2 *PhET Simulation*

Praktikum virtual merupakan sebuah kegiatan praktikum yang dilaksanakan secara *online* dengan menggunakan teknologi digital yang memungkinkan peserta didik untuk melakukan percobaan atau simulasi berbasis internet. Praktikum *virtual lab* dapat memudahkan peserta didik dalam melakukan suatu percobaan, karena seluruh keperluan seperti alat dan bahan sudah tersedia didalam aplikasi. Melalui praktikum *virtual lab* ini juga dapat membantu guru dan juga peserta didik dalam melakukan suatu percobaan ketika alat dan bahan dalam keadaan kurang memadai, sehingga dengan bantuan *virtual lab* guru dan peserta didik dapat lebih mengeksplor dan meningkatkan pengetahuan secara ilmiah.

Praktikum virtual yang digunakan pada penelitian ini yaitu *PhET Simulation*. *PhET Simulation* adalah simulasi virtual yang dapat digunakan di abad 21 untuk menghubungkan fenomena nyata dengan sains, membuat kegiatan pembelajaran yang interaktif dan konstruktif, agar peserta didik dapat mengembangkan skills untuk bereksperimen meski hanya secara virtual (Fatimah & Suryandari, 2022). *Physics Education Technology (PhET)* adalah sebuah proyek simulasi untuk mempermudah pelaksanaan pembelajaran. Menurut Rizaldi et al. (2020) Katherin Perkins dkk dari Universitas Colorado Amerika Serikat adalah yang mengembangkan media simulasi ini. *PhET Simulation* ini dirancang dalam bentuk java atau Flash yang memungkinkan dapat digunakan secara langsung dari situs web menggunakan *browser web* standar. Selain itu, pengguna dapat mengunduh dan menginstal seluruh situs web untuk digunakan secara *offline*. *PhET Simulation* ini dapat bisa digunakan melalui PC (Personal Komputer) ataupun *smartphone*, dan media *PhET Simulation* ini bisa didapatkan atau diakses secara gratis baik oleh pendidik atau peserta didik melalui situs (<http://phet.colorado.edu>).

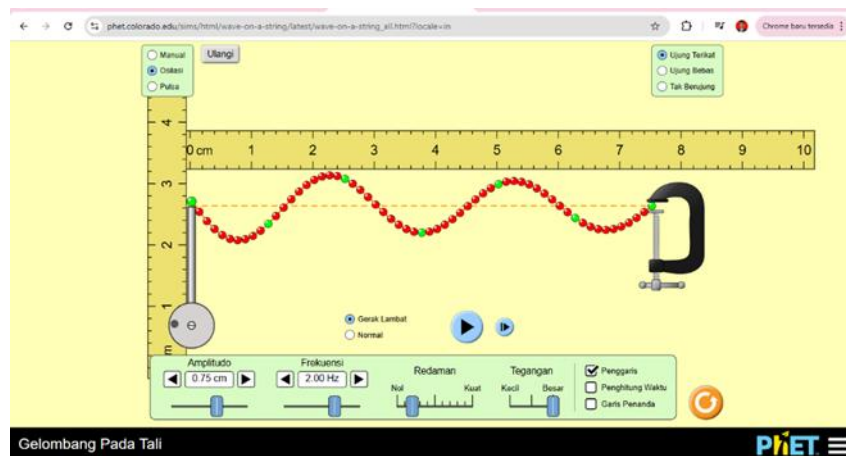
PhET Simulation juga merupakan aplikasi yang dapat menunjang praktikum secara *online* yang didalamnya terdapat berbagai macam jenis praktikum. Penggunaan praktikum virtual dalam sintaks model pembelajaran *Simas*

Eric yaitu terdapat pada tahapan *exploring*. Adapun *phet simulation* yang digunakan yaitu gelombang pada tali untuk menganalisis hubungan frekuensi dengan panjang gelombang. Berikut merupakan tampilan dari phet simulation praktikum pertama pada gelombang berjalan bisa dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Tampilan *PhET Simulation* Praktikum Gelombang Berjalan

Tampilan phet simulation pada praktikum gelombang stasioner bisa dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Tampilan *PhET Simulation* Praktikum Gelombang Stasioner

2.1.3 Keterampilan Proses Sains

Salah satu keahlian yang mampu ditingkatkan untuk membekali guru di abad 21 yaitu keterampilan proses sains. Keterampilan proses sains merupakan istilah yang sering digunakan untuk mencerminkan seseorang yang melakukan metode ilmiah, pemikiran ilmiah dan pemikiran kritis selayaknya seorang ilmuwan. Keterampilan proses sains ini di populerkan oleh *Science - A Process Approach*

(SAPA) yang merupakan sebuah badan atau proyek kurikulum yang di luncurkan oleh komisi pendidikan dan ilmu pengetahuan dari *American Association for the Advancement of Science* (AAAS), dimana keterampilan ini diartikan sebagai serangkaian kemampuan yang dapat ditransfer secara luas, sesuai dengan banyak disiplin ilmu sains dan mencerminkan perilaku ilmuwan (Padilla, 1990).

Lepiyanto (2017) menyatakan bahwa keterampilan proses dapat memfasilitasi peserta didik dalam meningkatkan rasa tanggung jawab pada saat pembelajaran dan mengingatkan bahwa pentingnya metode penelitian pada saat proses belajar. Keterampilan proses sains adalah suatu kemampuan seseorang dalam menggunakan pemikiran, akal dan tindakan, sistematis dan terstruktur untuk mendapatkan hasil tertentu (Elvanisi et al., 2018). Dengan keterampilan proses sains peserta didik dapat memahami, meningkatkan, dan menggali ilmu pengetahuan, kemampuan ini tidak hanya terkait menghafal sebuah fakta, akan tetapi keterampilan proses sains ini juga mengenai bagaimana cara bertindak dan berpikir secara ilmiah. Keterampilan proses sains erat kaitannya dengan berpikir kritis, ketika peserta didik yang mempunyai keterampilan proses sains yang baik maka tingkat berpikir kritis nya pun akan tinggi, sebaliknya jika peserta didik tidak mempunyai keterampilan proses sains maka tingkat berpikir kritisnya pun akan rendah. Mandiri, bertanggung jawab dan aktif dalam pembelajaran itu merupakan suatu dampak yang ditimbulkan ketika memiliki keterampilan proses sains yang baik (Nosela et al., 2021).

Menurut Rustaman (2007) keterampilan proses meliputi keterampilan-keterampilan kognitif atau intelektual, sosial dan manual. Keterampilan intelektual atau kognitif ini mengambil bagian karena dengan melaksanakan keterampilan proses peserta didik memanfaatkan atau mengoptimalkan penalarannya. Berikut merupakan indikator keterampilan proses sains yang disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Indikator Keterampilan Proses Sains

No	Indikator	Sub Indikator
1	Mengamati	- Menggunakan indera - Mengumpulkan atau menggunakan fakta yang relevan
2	Mengklasifikasikan	- Mencari perbedaan dan persamaan

No	Indikator	Sub Indikator
		- Menghubungkan hasil-hasil pengamatan
3	Interpretasi Data	- Menghubungkan hasil-hasil pengamatan - Menemukan pola-pola hasil pengamatan - Menyimpulkan
4	Memprediksi	- Memperkirakan hal yang belum berlangsung dengan berlandaskan pada pola atau kecenderungan yang ada
5	Mengajukan Pertanyaan	- Bertanya apa, mengapa dan bagaimana - Bertanya untuk meminta penjelasan - Mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang hipotesis
6	Merumuskan Hipotesis	- Mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian
7	Menerapkan Konsep	- Menerapkan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru - Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi
8	Mengkomunikasikan	- Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis - Menjelaskan hasil percobaan/penyelidikan - Mendiskusikan hasil kegiatan, suatu masalah atau suatu peristiwa - Membaca grafik, tabel dan diagram

Rustaman (2007)

Berikut merupakan penjelasan indikator keterampilan proses sains secara detail.

a. Mengamati

Mengamati bisa dikatakan kegiatan mengumpulkan fakta atau data untuk memperoleh sebuah informasi dengan menggunakan alat indera. Kemampuan mengamati merupakan keterampilan paling dasar dalam keterampilan proses sains.

b. Mengklasifikasikan

Mengklasifikasikan merupakan bagian dari keterampilan proses sains untuk menentukan berbagai objek, peristiwa berdasarkan sifat-sifat tertentu sehingga

dapat dikelompokkan. Klasifikasi memuat beberapa cakupan seperti menemukan perbedaan, persamaan, dan mencari dasar pengelompokkan.

c. Menafsirkan

Menafsirkan data merupakan proses membuat makna dari suatu data yang telah dikumpulkan untuk menjawab permasalahan pada penelitian. Menafsirkan data dilakukan dengan menggabungkan hasil analisis data dengan pernyataan, kriteria atau standar tertentu lainnya.

d. Memprediksi

Memprediksi merupakan kegiatan mengajukan dugaan sementara terhadap suatu yang akan terjadi berdasarkan apa yang diamati

e. Mengajukan Pertanyaan

Mengajukan pertanyaan merupakan proses untuk menyatakan rasa ingin tahu terhadap sesuatu yang ada dipikiran.

f. Berhiipotesis

Merumuskan hipotesis adalah proses menyusun dugaan sementara atau jawaban sementara terhadap suatu permasalahan yang akan diteliti. Hipotesis ini nantinya akan diuji kebenarannya melalui penelitian. Sederhananya, hipotesis adalah tebakan cerdas yang didasarkan pada teori, fakta, atau observasi sebelumnya.

g. Menerapkan Konsep

Menerapkan konsep adalah proses mengubah suatu ide atau teori abstrak menjadi tindakan nyata dalam kehidupan sehari-hari atau dalam konteks tertentu.

h. Mengkomunikasikan

Mengkomunikasikan adalah proses dalam mengutarakan konsep, membaca tabel atau grafik dan mengkomunikasikan hasil dari eksperimen yang telah dilakukan. Peserta didik diharuskan menyusun laporan dan mengkomunikasikan hasil peecobaan dalam kegiatan presentasi.

Keterkaitan model pembelajaran *Simas Eric* dengan keterampilan proses sains bisa dilihat pada Tabel 2.3 dibawah ini.

Tabel 2. 3 Keterkaitan Model Pembelajaran *Simas Eric* dengan Keterampilan Proses Sains

No	Sintak Model <i>Simas Eric</i>	Indikator	Aspek Keterampilan Proses Sains
1	<i>Skimming</i>	Mengamati	Guru mengarahkan peserta didik untuk membaca serta mengamati materi dan fenomena yang diberikan
2	<i>Mind Mapping</i>	Mengklasifikasikan	Guru meminta peserta didik untuk mengklasifikasikan materi dan membuat peta konsep dari materi serta fenomena yang telah diamati.
3	<i>Questioning</i>	Memprediksi	Guru meminta untuk memprediksi, mengajukan pertanyaan serta merumuskan hipotesis terkait materi yang telah dipahami.
		Berhipotesis	
		Mengajukan Pertanyaan	
4	<i>Exploring</i>	Menerapkan Konsep	Guru meminta peserta didik untuk menerapkan konsep dengan melakukan suatu percobaan atau eksperimen tentang materi yang telah dibahas.
5	<i>Writing</i>	Interpretasi Data	Guru membimbing peserta didik untuk menuliskan dan interpretasi data yang telah diperoleh dari hasil percobaan yang telah dilakukan oleh setiap kelompok.
6	<i>Communicating</i>	Mengkomunikasikan	Guru mempersilahkan peserta didik untuk mengkomunikasikan apa yang telah didiskusikan melalui presentasi terkait pembelajaran yang telah dilakukan.

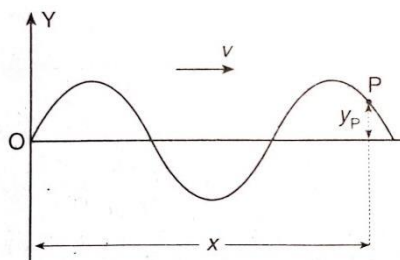
2.1.4 Materi Gelombang Berjalan dan Stasioner

a. Gelombang Berjalan

Gelombang berjalan adalah gelombang yang amplitudo dan fasenya sama di setiap titik yang dilalui gelombang. Suatu gelombang dimana setiap titik yang dilalui oleh gelombang tersebut bergetar harmonis dengan amplitudo yang sama besar. Amplitudo pada tali yang digetarkan terus menerus akan selalu tetap, oleh karenanya gelombang yang memiliki amplitudo yang tetap setiap saat disebut gelombang berjalan.

1) Persamaan Simpangan

Pada Gambar 2 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 $\theta_0 = 0^\circ$, dan grafik nya dapat dilihat pada Gambar 2.3 sebagai berikut.



Gambar 2. 3 Gelombang berjalan dengan titik asal O

Sumber: (Abadi et al., 2017)

$$y = A \sin \omega t \text{ atau } y = A \sin 2\pi\varphi \quad (2.1)$$

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 yaitu 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.

$$\phi_p = \frac{t_p}{T} = \frac{t - \frac{x}{v}}{T} = \frac{t}{T} - \frac{x}{vT} \quad (2.2)$$

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

$$y = \pm A \sin(\omega t \mp kx) \quad (2.3)$$

$$y = \pm A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} \mp \frac{x}{\lambda} \right) \quad (2.4)$$

Keterangan 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).

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

$$V_p = \omega A \cos(\omega t - kx) \quad (2.5)$$

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

$$a_p = \frac{dV_p}{dt} = \frac{d}{dt} [\omega A \cos(\omega t - kx)]$$

$$a_p = -\omega^2 A \sin(\omega t - kx) \quad (2.6)$$

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:

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

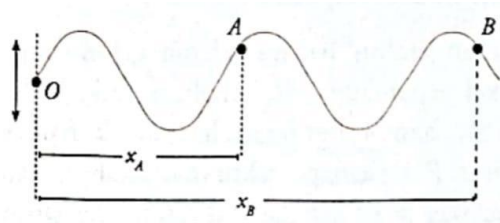
Berdasarkan persamaan tersebut, didapatkan besar sudut fase sebagai berikut (Kanginan, 2017).

$$\theta_p = \omega t - kx = 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \quad (2.7)$$

Besar fase gelombangnya yaitu:

$$\varphi_p = \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \quad (2.8)$$

Formula beda fase gelombang berjalan dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Beda gelombang berjalan

Sumber: (Kanginan, 2017)

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

$$\begin{aligned} \Delta\varphi &= \varphi_B - \varphi_A \\ \Delta\varphi &= \left(\frac{t}{T} - \frac{x_B}{\lambda} \right) - \left(\frac{t}{T} - \frac{x_A}{\lambda} \right) \\ \Delta\varphi &= - \left(\frac{x_B}{\lambda} - \frac{x_A}{\lambda} \right) \\ \Delta\varphi &= \frac{\Delta x}{\lambda} \end{aligned} \quad (2.9)$$

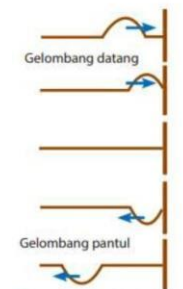
b. Gelombang Stasioner

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 berjala dengan arah berlawanan. 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). Berikut merupakan contoh gambar pemantulan gelombang pada ujung terikat bisa dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Pemantulan pada ujung terikat

Sumber: (Sujoko, 2020)

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

$$y_1 = A \sin (kx - \omega t) \quad (2.10)$$

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

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

$$y_2 = A \sin (kx + \omega t) \quad (2.11)$$

Berdasarkan persamaan (2.10) dan (2.11) dapat diperoleh rumus gelombang stasioner pada ujung terikat yaitu:

$$y = y_1 + y_2$$

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

$$y = A[\sin (kx - \omega t) + \sin (kx + \omega t)] \quad (2.12)$$

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

maka

$$y = A \times 2 \sin \frac{1}{2} (kx - \omega t + kx + \omega t) \cos \frac{1}{2} [kx - \omega t + (kx + \omega t)]$$

$$y = A 2 \sin kx \cos \omega t \quad (2.13)$$

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

$$A_s = A 2 \sin kx \quad (2.14)$$

Keterangan:

A_s = amplitudo gelombang stasioner (m)

y = simpangan gelombang stasioner (m)

k = bilangan gelombang stasioner

x_s = 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.

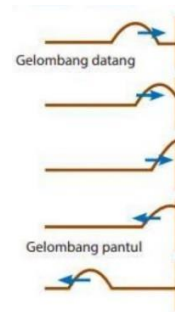
$$x_{sn} = 2n \times \frac{\lambda}{4}; n = 0, 1, 2, \dots \quad (2.15)$$

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.

$$x_{pn} = (2n + 1) \times \frac{\lambda}{4}; n = 0, 1, 2, \dots \quad (2.16)$$

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. Contoh pemantulan gelombang pada ujung bebas bisa dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 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.

$$y_1 = A \sin (kx - \omega t) \quad (2.17)$$

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

$$y_2 = A \sin (-kx - \omega t) \quad (2.18)$$

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

$$y_2 = -A \sin (kx + \omega t) \quad (2.19)$$

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

$$\begin{aligned} y &= y_1 + y_2 \\ y &= A \sin (kx - \omega t) - A \sin (kx + \omega t) \\ y &= A[\sin (kx - \omega t) - \sin (kx + \omega t)] \end{aligned} \quad (2.20)$$

Diperoleh

$$y = 2 A \cos kx \sin \omega t \quad (2.21)$$

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

$$A_p = 2A \cos kx \quad (2.22)$$

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).

$$x_{sn} = (2n + 1) \times \frac{\lambda}{4}; n = 0, 1, 2, \dots \quad (2.23)$$

Letak perut gelombang stasioner pada ujung bebas terjadi jika simpangan gelombang telah mencapai nilai maksimum. Persamaan letak perut gelombang stasioner ujung bebas adalah sebagai berikut.

$$x_{pn} = 2n \times \frac{\lambda}{4}; n = 0, 1, 2, \dots \quad (2.24)$$

2.2 Hasil yang Relevan

Relevansi hasil penelitian terdahulu dengan penelitian dari penulis dengan judul “Pengaruh Model Pembelajaran *Simas Eric* Berbantuan *Phet Simulation* Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Gelombang Berjalan dan Gelombang Stasioner” adalah sebagai berikut.

- a. Ervina Rinka Oktarifada, Ericka Darmawan dan Serafica Btari Christiyani Kusumaningrum (2024) dalam jurnalnya yang berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran *Simas Eric* terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Sistem Reproduksi” menjelaskan bahwa penerapan model pembelajaran *Simas Eric* (*skimming, mind mapping, questioning, exploring, writing, dan communicating*) terbukti berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi sistem reproduksi. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata nilai post-test keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen sebesar 81,89 sedangkan pada kelas kontrol sebesar 72,44. Uji statistik Mann Whitney U mengonfirmasi perbedaan signifikan dengan nilai Asymp.Sig sebesar 0,000, menunjukkan efektivitas model *Simas Eric* yang mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi sistem reproduksi. Adapun hal yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu variabel yang mempengaruhinya menggunakan model *Simas Eric*.
- b. Fika Dina Aprilia dan Mita Anggaryani, (2023) dalam jurnalnya yang berjudul “Pengaruh Model Inkuiri Terbimbing Berbasis STEM Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik pada Materi Gelombang Cahaya” menyimpulkan bahwa keterampilan proses sains peserta didik mengalami peningkatan setelah diterapkannya model inkuiri terbimbing berbasis STEM. Penerapan model ini memberikan pengaruh yang signifikan, ditunjukkan melalui hasil uji *t*

berpasangan di mana pada kelas eksperimen nilai t hitung sebesar 17,42 lebih besar dari t tabel 2,06, sedangkan pada kelas kontrol nilai t hitung sebesar 10,00 juga lebih besar dari t tabel 2,06. Selain itu, hasil uji t independen memperlihatkan adanya perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan t hitung 5,65 yang melebihi t tabel 2,01. Adapun hal yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu variabel yang dipengaruhi yaitu menggunakan variabel keterampilan proses sains.

- c. Muh. Nasir, Fahrudin, Miaftul Haljannah, dan Nehru (2023) dalam jurnalnya yang berjudul “Implementasi Model Pembelajaran *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMAN 5 Kota Bima” menjelaskan bahwa hasil analisis data pada siklus I Keterampilan Proses Sains sebesar 56,52%, nilai ini belum memenuhi indikator kerja yang telah ditentukan, setelah dilakukan perbaikan pada siklus II diperoleh nilai Keterampilan Proses Sains sebesar 95,65%. Hasil ini telah mencapai indikator kerja yang telah ditentukan, sehingga dapat disimpulkan bahwa implementasi model pembelajaran *Problem Based Learning* dapat meningkatkan Keterampilan Proses Sains SMAN 5 Kota Bima tahun pelajaran 2022/2023.
- d. Eli Puspita Sari, Bambang Sri Anggoro, dan Novian Riskiana Dewi (2022) dalam jurnalnya yang berjudul “Pengaruh Model *Simas Eric* terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis dan Literasi Matematis” menjelaskan bahwa terdapat pengaruh penerapan model pembelajaran *Simas Eric* terhadap kemampuan komunikasi matematis dan literasi matematis pada peserta didik. Adapun hal yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu variabel yang mempengaruhinya menggunakan model *Simas Eric*.
- e. Ericka Darmawan, Yuli Brasilita, Siti Zubaidah, dan Murni Saptasari (2018) dalam jurnalnya yang berjudul “Meningkatkan Keterampilan Metakognitif Siswa Berbeda Gender dengan Model Pembelajaran *Simas Eric* di SMAN 6 Malang” menjelaskan bahwa penerapan model pembelajaran *Simas Eric* berpengaruh terhadap keterampilan metakognitif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peserta didik kelas eksperimen lebih dapat

memberdayakan keterampilan metakognitif jika dibandingkan dengan siswa kelas kontrol. Adapun hal yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu variabel yang mempengaruhinya menggunakan model *Simas Eric*.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelum nya, masih belum ada penelitian yang menerapkan pengaruh model *Simas Eric* berbantuan *PhET Simulation* terhadap Keterampilan Proses Sains, sehingga perbedaan utama antara penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada variabel terikat yang diukur yaitu keterampilan proses sains. Kebaruan dari penelitian yang direncanakan ini adalah mengamati pengaruh model *Simas Eric* berbantuan *PhET Simulation* terhadap keterampilan proses sains, dimana pada penelitian sebelum nya belum ada yang mengamati pengaruh model *Simas Eric* berbantuan *PhET Simulation* terhadap keterampilan proses sains. Materi yang akan dibahas yaitu Gelombang Berjalan dan Gelombang Stasioner, dengan subjek penelitian yaitu peserta didik kelas XI MAN 3 Tasikmalaya Tahun Ajaran 2024/2025.

2.3 Kerangka Konseptual

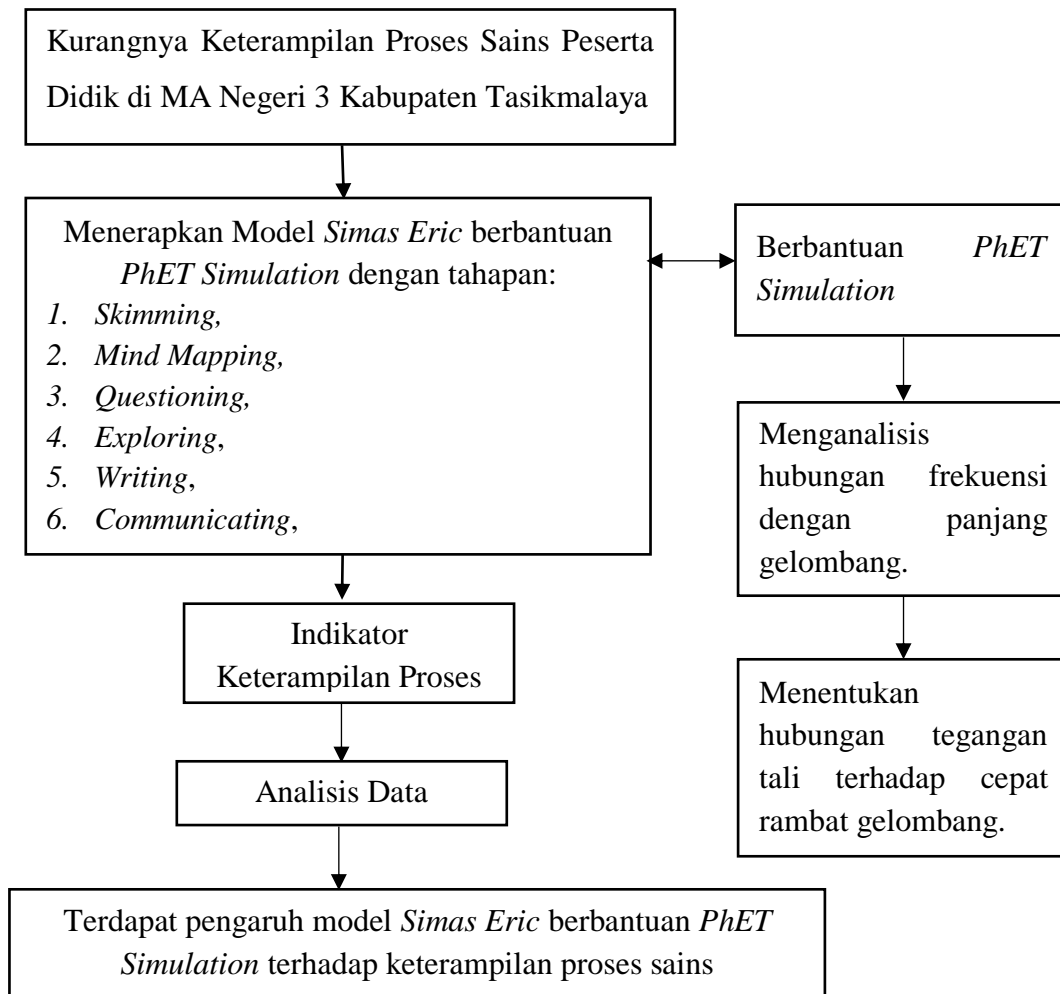
Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang telah dilaksanakan di MA Negeri 3 Kabupaten Tasikmalaya pada guru mata pelajaran fisika dengan metode wawancara dan asesmen diagnostik keterampilan proses sains masih kurang. Hasil wawancara guru menyebutkan bahwa pada saat melakukan kegiatan pembelajaran dikelas jarang menggunakan model pembelajaran, guru masih menggunakan metode ceramah atau bisa disebut metode konvensional dan jarang menggunakan metode praktikum ketika mata pelajaran fisika. Sehingga peserta didik jarang mendapat kesempatan untuk melakukan suatu eksperimen atau percobaan, dikarenakan keterbatasan alat dan bahan yang ada di laboratorium fisika serta belum pernah menggunakan alternatif yang lainnya seperti *virtual lab* untuk menunjang praktikum secara *online*.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu diadakannya perbaikan pada proses kegiatan pembelajaran fisika agar peserta didik dapat meningkatkan keterampilan proses sains salah satu nya dengan menggunakan model pembelajaran, dan model yang sesuai yaitu dengan menggunakan model *Simas Eric*

berbantuan *PhET Simulation* pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner.

Model pembelajaran *Simas Eric* terdiri dari enam sintaks atau tahapan pembelajaran yaitu *skimming* (membaca dan mengamati), *mind mapping* (membuat peta pikiran), *questioning* (bertanya), *exploring* (mengeksplor), *writing* (menuliskan), *communicating* (mengkomunikasikan). Model pembelajaran *Simas Eric* berbantuan *Phet Simulation* dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik karena menuntut peserta didik untuk aktif dan memahami setiap langkah-langkah dalam pembelajaran serta model pembelajaran *Simas Eric* ini bisa dikatakan juga model pembelajaran yang berbasis konstruktivisme, konektivisme, kognitivisme dan behaviorisme dimana teori pembelajaran konstruktivis merupakan teori pembelajaran berdasarkan kepada prinsip pengetahuan yang dihasilkan dari pengalaman secara langsung.

Indikator keterampilan proses sains yang akan diujikan dalam penelitian ini yaitu mengamati, mengklasifikasikan, memprediksi, mengajukan pertanyaan, menerapkan konsep, memprediksi, menafsirkan data, mengkomunikasikan dan merumuskan hipotesis. Peneliti memberikan *treatment* pada kelas eksperimen berupa model *Simas Eric* berbantuan *PhET Simulation*. Kemudian jika model pembelajaran tersebut telah dilaksanakan, maka peserta didik akan diberikan *posttest* yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan keterampilan proses sains peserta didik. Berdasarkan penjelasan diatas, peneliti menduga ada pengaruh model pembelajaran *Simas Eric* berbantuan *PhET Simulation* terhadap keterampilan proses sains pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner. Berikut adalah gambar kerangka konseptual penelitian ini untuk memberikan pemahaman yang lebih rinci kerangka konseptual ini bisa dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 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 *Simas Eric* berbantuan *PhET Simulation* terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner dikelas XI MAN 3 Tasikmalaya tahun ajaran 2024/2025.

H_a : Ada pengaruh model pembelajaran *Simas Eric* berbantuan *PhET Simulation* terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner dikelas XI MAN 3 Tasikmalaya tahun ajaran 2024/2025.