

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Kemampuan Komunikasi Matematis

Kemampuan matematis penting dimiliki peserta didik guna menunjang aktivitas pembelajaran (Anderha & Maskar, 2020). Selain membantu mempelajari dan memahami konsep fisika, hampir seluruh soal pada fisika perlu diselesaikan menggunakan operasi matematika. Kemampuan matematis adalah kemampuan yang menekankan pada proses bertukar informasi dan pemahaman matematis (Riyanti & Mardiani, 2021). Salah satu dari lima kompetensi standar utama dalam kemampuan matematis yang direkomendasikan *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) adalah kemampuan komunikasi matematis. Komunikasi merupakan bahasa latin yaitu *communication* atau *communicare* yang artinya membuat bersama. Komunikasi adalah bentuk interaksi dengan maksud menyampaikan informasi kepada orang lain untuk dapat diterima dan dimengerti (Suhenda & Munandar, 2023).

Kemampuan komunikasi matematis adalah kemampuan dalam menyampaikan gagasan matematika kepada orang lain baik secara lisan maupun tulisan (NCTM, 2000). Komunikasi matematis juga melibatkan representasi matematis seperti grafik, diagram, dan persamaan matematika (Susanti et al., 2019). Kemampuan ini merupakan aspek utama bagi peserta didik dalam merancang strategi dan konsep matematika, model keberhasilan suatu pendekatan, penyelesaian investigasi dan eksplorasi matematika, media untuk bertukar informasi, serta mempertajam gagasan yang dimiliki untuk meyakinkan orang lain (Greenes dan Schulman dalam Monariska et al., 2021).

Komunikasi matematis berperan mendukung peserta didik dalam meningkatkan pemahaman dan kompetensi melalui kegiatan aktif dalam setiap tahapan pembelajaran yang meliputi aspek-aspek komunikasi, diantaranya yaitu menulis (*writing*), membaca (*reading*), mendengar (*listening*), diskusi (*discussing*), dan representasi (*representing*). Dengan menggunakan bahasa matematika yang tepat dan kemampuan komunikasi matematis yang baik, peserta

didik tidak akan kesulitan dalam menyelesaikan soal dan memahami keterkaitan antar konsep yang sedang dipelajari secara tepat dan jelas. Komunikasi matematis memberikan dukungan dan kesempatan berkomunikasi matematis untuk mempermudah identifikasi informasi dan merumuskan pemahaman tentang apa yang ada pada soal untuk menyelesaikan masalah (La'ia & Harefa, 2021), dan menjelaskan strategi yang digunakan (Pambudi et al., 2021). Kemampuan komunikasi matematis berarti cara atau langkah yang digunakan untuk menyampaikan gagasan matematis, baik secara lisan maupun tulisan yang dapat disajikan dalam bentuk kalimat, gambar, angka, grafik, dan persamaan.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kemampuan komunikasi matematis diantaranya pengetahuan sebelumnya (*prior knowledge*), kemampuan membaca, berdiskusi, dan menulis (*reading, discussing, and writing ability*), serta pengetahuan matematika (*mathematical knowledge*) (Siahaan & Napitupulu, 2018). Ketiga faktor tersebut memiliki keterkaitan dan pengaruh terhadap keberhasilan selanjutnya. Pengetahuan yang telah dimiliki berdasarkan proses pembelajaran sebelumnya membantu peserta didik merekonstruksi pengetahuan untuk memperoleh pengetahuan yang lebih tepat. Kegiatan membaca dan berdiskusi yang kemudian dituangkan dalam bentuk tulisan membantu peserta didik meningkatkan pemahaman dibandingkan dengan yang hanya melakukan salah satu atau salah dua dari ketiganya. Jika pengetahuan dan kegiatan yang dilakukan kurang, maka peserta didik akan kesulitan dalam mengkomunikasikan gagasan matematis yang dimiliki.

Kemampuan komunikasi matematis terdiri dari tiga indikator, diantaranya *drawing* (menggambar), *written text* (menuliskan jawaban), dan *mathematical expression* (ekspresi matematika). Berikut disajikan penjelasan mengenai ketiga indikator tersebut (NCTM, 2000).

Tabel 2.1 Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis

No	Indikator	Keterangan
1	<i>Drawing</i>	Kemampuan mengungkapkan gagasan konsep matematis secara visual.
2	<i>Written text</i>	Kemampuan memahami, mengevaluasi, dan menafsirkan konsep matematis secara tertulis.

No	Indikator	Keterangan
3	<i>Mathematical expression</i>	Kemampuan menggunakan istilah-istilah, notasi-notasi, dan persamaan-persamaan matematika dengan model situasi matematika untuk menyajikan ide, menggambarkan hubungan, dan menyelesaikan masalah.

Tiga indikator di atas akan digunakan untuk mengukur kemampuan komunikasi matematis pada materi kinematika. Indikator pertama melibatkan kemampuan dalam menggambarkan gerak benda untuk mempertajam persepsi berkaitan dengan pergerakan objek dalam fisika. Indikator kedua melibatkan kemampuan dalam menginterpretasikan karakteristik, hubungan, dan pengaruh variabel terhadap perubahan gerak benda dalam berbagai situasi fisika untuk memahami bagaimana perubahan mempengaruhi pergerakan objek. Indikator ketiga melibatkan kemampuan dalam menggunakan istilah, notasi, dan persamaan matematis pada materi gerak lurus dalam memecahkan masalah fisika sehingga dapat mengaplikasikan konsep matematis dalam situasi fisika yang berbeda.

2.1.2 Model *Interactive Conceptual Instruction* (ICI)

ICI merupakan pendekatan pembelajaran yang dikembangkan untuk membentuk pemahaman konseptual melalui kegiatan interaktif antara pendidik dan peserta didik pada proses pembelajaran (Savinainen & Scott, 2002). ICI merupakan pendekatan pembelajaran yang memberikan kesempatan dialog kepada pendidik dan peserta didik untuk saling berbagi ide dalam mengembangkan pemahaman konseptual (Savinainen, 2004). Model ICI pertama kali digunakan pada tahun 2001 dalam penelitian yang berjudul “*An Evaluation of Interactive Teaching Methods in Mechanics: Using the FCI to Monitor Student Learning*”. Pada penelitian tersebut, Antti Savinainen mengevaluasi model ICI menggunakan *Force Concept Inventory* (FCI) untuk memantau pembelajaran pada materi mekanika di suatu sekolah menengah atas di Finlandia.

Model ICI termasuk model pembelajaran berlandaskan teori konstruktivisme yang menekankan peran aktif peserta didik dalam mengonstruksi konsep yang dimiliki. Model ICI memberikan landasan yang kuat dalam membangun konsep berdasarkan kemampuan berpikir melalui aktivitas pembelajaran yang komunikatif dan interaktif. Model ini menekankan pada

pembentukan konsep berdasarkan kemampuan berpikir peserta didik melalui pembelajaran interaktif antara individu dan kelompok yang mendorong pada kemampuan komunikasi peserta didik (Bonita et al., 2016). Dengan menerapkan model ICI, peserta didik dapat melatih kemampuan berpikir dari tingkat pemahaman konsep melalui proses pembelajaran interaktif yang memberikan kesempatan untuk mengembangkan gagasan yang dimiliki melalui proses berpikir, dan dialog (Marisda, 2020).

Model ICI terdiri dari empat komponen yang saling mendukung keberhasilan proses pembelajaran, diantaranya *conceptual focus* (fokus konseptual), *use of texts* (menggunakan teks), *research-based materials* (material berbasis penelitian), dan *classroom interactions* (interaksi kelas). Secara lebih jelas, berikut disajikan penjelasan mengenai empat komponen tersebut (Savinainen, 2004).

Tabel 2.2 Sintaks Model *Interactive Conceptual Instruction* (ICI)

No	Sintaks	Keterangan
1	<i>Conceptual focus</i>	Tahap ini berfokus pada pemahaman konseptual di mana ide-ide baru pertama kali dikembangkan dengan sedikit atau tanpa matematika. Dimulai dengan demonstrasi fenomena yang mengarah pada pengenalan konsep fisika yang relevan oleh pendidik melalui pengamatan langsung dan diskusi awal.
2	<i>Use of texts</i>	Tahap ini mengutamakan interaksi peserta didik dengan teks untuk memahami isi dan maksud yang disampaikan, bukan untuk menyalin kata atau kalimat. Peserta didik diberi kesempatan untuk mengonstruksi pemahaman dengan melibatkan teks dan menandai atau memberi catatan penting tambahan.
3	<i>Research-based materials</i>	Tahap ini melibatkan alat dan bahan yang memberi pengalaman kepada peserta didik melakukan simulasi atau percobaan sederhana untuk membuktikan kebenaran dari hipotesis yang diajukan sehingga peserta didik dapat mengembangkan pemahaman dan memperbaiki miskonsepsi yang dimiliki terkait materi yang sedang dipelajari.
4	<i>Classroom interactions</i>	Tahap ini melibatkan interaksi kelas yang berfokus pada kegiatan aktif dan pembuatan makna melalui proses dialog untuk mengembangkan gagasan melalui proses berpikir dan menghindarkan peserta didik sebagai penerima informasi pasif. Pada tahap ini

No	Sintaks	Keterangan
		peserta didik melakukan <i>sharing</i> pengetahuan melalui kegiatan presentasi dan diskusi untuk menyampaikan hasil analisis data serta bertukar gagasan melalui diskusi baik antar kelompok peserta didik maupun dengan pendidik.

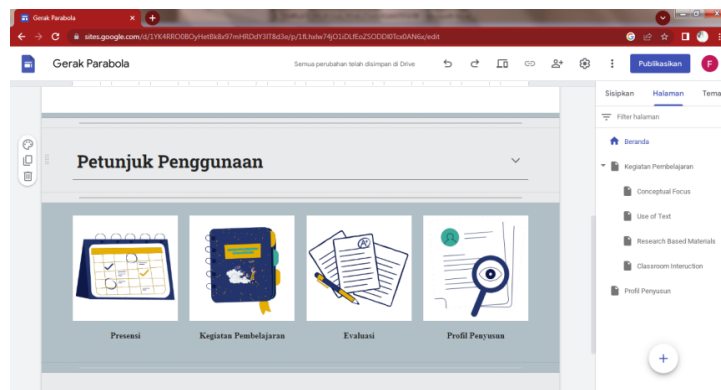
Empat sintaks model ICI di atas akan digunakan pada pembelajaran materi kinematika. Sintaks pertama melibatkan demonstrasi yang mengarah pada pembentukan konsep untuk memahami gerak benda berkaitan dengan pergerakan objek dalam fisika. Sintaks kedua melibatkan penggunaan teks yang untuk memahami materi fisika. Sintaks ketiga melibatkan alat dan bahan dalam melakukan simulasi atau percobaan sederhana untuk membuktikan teori dan hipotesis percobaan. Sintaks keempat melibatkan dialog dan interaksi kelas dalam bertukar gagasan melalui kegiatan presentasi dan diskusi. Penerapan model ini akan dibantu media interaktif *Google Sites* untuk yang memfasilitasi penyampaian materi dan simulasi, serta sebagai sumber belajar selama proses pembelajaran. Penggunaan media interaktif *Google Sites* dalam pembelajaran membantu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis (Dewi et al., 2025).

2.1.3 *Google Sites*

Google sites merupakan salah satu media interaktif produk *google* berbasis website yang dapat digunakan secara pribadi maupun kelompok untuk berbagai keperluan, termasuk membantu proses pembelajaran. Media pembelajaran interaktif adalah alat yang memfasilitasi proses pembelajaran dengan mencakup visual, audio, dan video (Pazah et al., 2024). Kata media merupakan bahasa latin yaitu *medius* yang artinya pengantar (Wulandari et al., 2023). Media pembelajaran interaktif digunakan sebagai perantara untuk menyampaikan informasi, yang mendukung interaksi antara pendidik dengan peserta didik selama proses pembelajaran (Pratama et al., 2021). Media interaktif *Google Sites* dapat membantu meningkatkan penguasaan materi pelajaran melalui keterlibatan peserta didik pada proses pembelajaran (Nurhayati et al., 2022). Media ini memungkinkan pendidik untuk menyajikan informasi dan konten

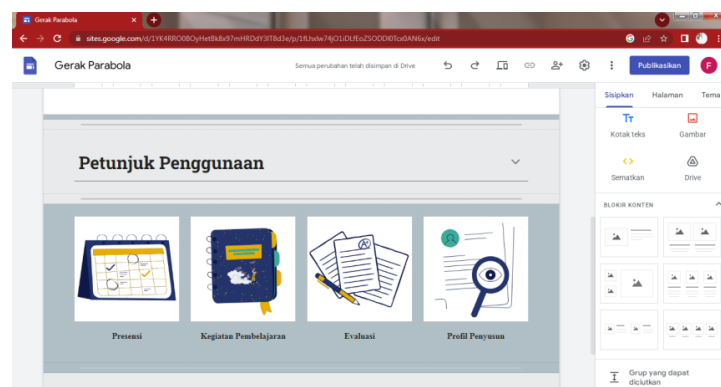
pembelajaran dalam bentuk tulisan, gambar, dan video (Devya et al., 2022). Berikut fitur-fitur yang tersedia pada media interaktif *Google Sites*.

- a. Tersedia navigasi halaman atau menu yang dapat dibuat sesuai kebutuhan pembelajaran, misalnya halaman atau menu petunjuk penggunaan, presensi, halaman yang berisi tujuan, capaian, dan kegiatan pembelajaran, serta halaman profil penyusun, dan halaman utama untuk kembali ke halaman awal. Berikut contoh tampilan navigasi halaman pada Gambar 2.1.

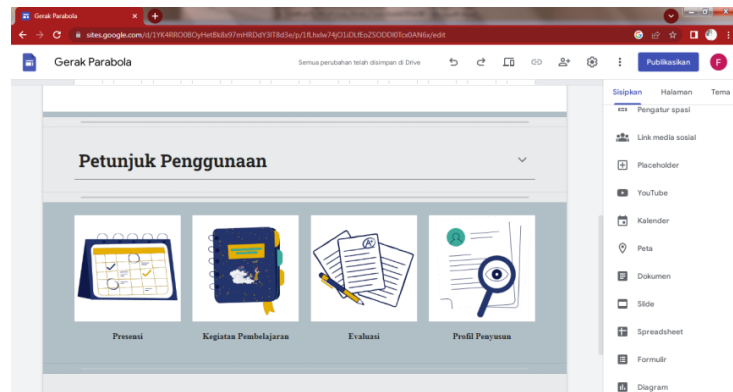


Gambar 2.1 Tampilan Navigasi Halaman pada *Google Sites*

- b. Pada setiap menu atau halaman yang dibuat, tersedia beberapa layout dan berbagai konten berupa teks, gambar, tautan, dan produk *google* lain yang sudah terintegrasi dalam *Google Sites*, seperti *google drive*, *youtube*, kalender, *maps*, *document*, *slide*, *spreadsheet*, formulir, dan diagram yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran. Berikut contoh tampilan *layout* pada Gambar 2.2 dan contoh tampilan konten pada Gambar 2.3.

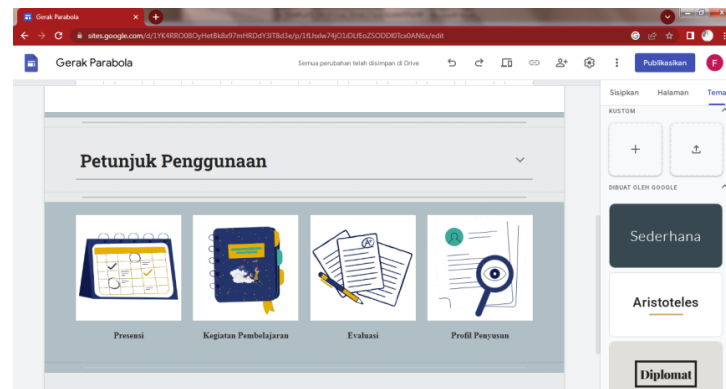


Gambar 2.2 Tampilan *Layout* pada *Google Sites*



Gambar 2.3 Tampilan Konten pada *Google Sites*

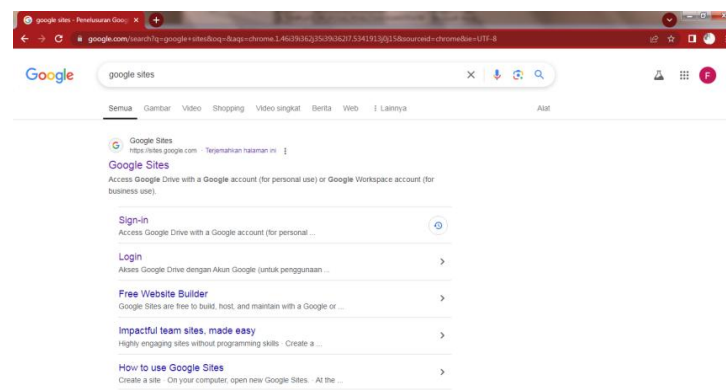
- c. Tersedia beberapa tema yang dapat dipilih atau dibuat sesuai keperluan pembelajaran. Berikut contoh tampilan tema pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Tampilan Tema pada *Google Sites*

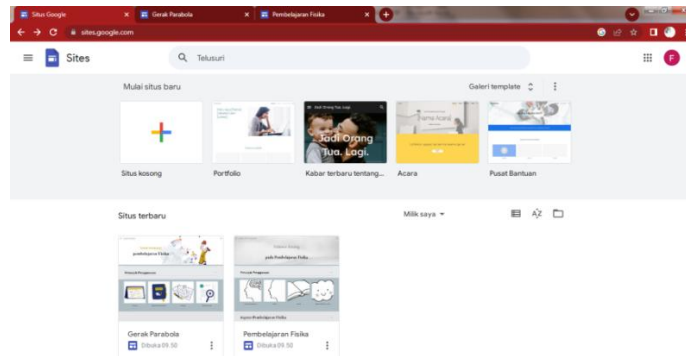
Berikut langkah-langkah mengakses *Google Sites* untuk pembelajaran:

- a. Pendidik
 - 1) Buka *Google* dan akses website *Google Sites*. Gambar 2.5 berikut menunjukkan contoh tampilan pencarian *Google Sites* pada *Google*.



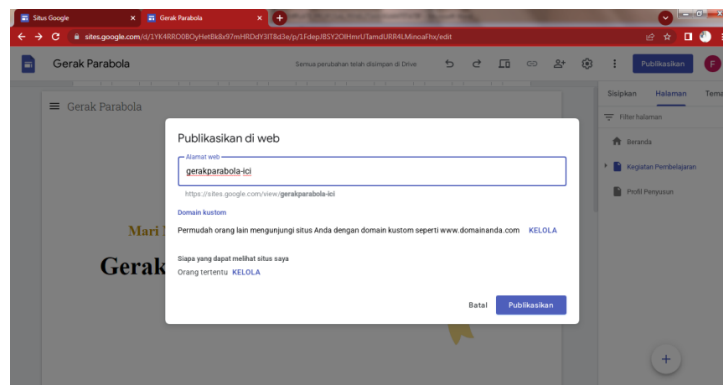
Gambar 2.5 Tampilan Website *Google Sites*

- 2) Setelah masuk, pilih “situs kosong” untuk membuat konten pembelajaran dan lengkapi detail yang diperlukan sesuai kebutuhan. Gambar 2.6 berikut menunjukkan contoh tampilan halaman utama *Google Sites* pada *Google*.

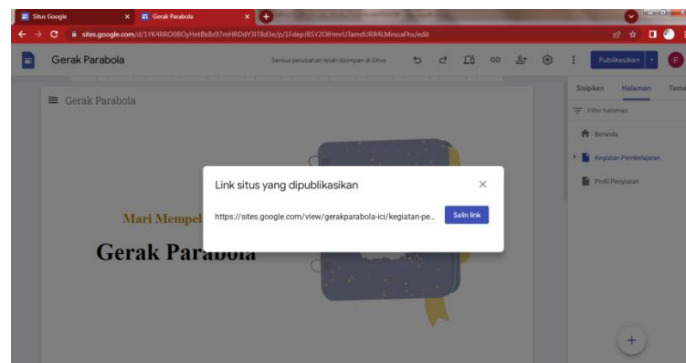


Gambar 2.6 Tampilan Halaman Utama *Google Sites*

- 3) Setelah konten pembelajaran selesai dibuat, publikasikan konten kemudian salin tautan. Berikut contoh tampilan publikasi konten pada Gambar 2.7 dan contoh tampilan menyalin tautan konten publikasi pada Gambar 2.8.



Gambar 2.7 Tampilan Publikasi Konten *Google Sites*



Gambar 2.8 Tampilan Menyalin Tautan Konten *Google Sites*

- 4) Bagikan tautan yang telah disalin untuk dapat diakses oleh peserta didik.

b. Peserta didik

- 1) Buka tautan yang dibagikan pendidik.
- 2) Setelah masuk, peserta didik dapat mengakses setiap konten sesuai tahapan kegiatan pembelajaran yang berlangsung.

Manfaat penggunaan *Google Sites* pada pembelajaran berdasarkan penelitian sebelumnya diantaranya, *Google Sites* dapat dibuat tanpa bahasa pemrograman (Rizal et al., 2023). Informasi yang akan dibagikan dapat digabungkan dalam satu tempat (Gia & Surizka, 2023). Paket internet dan penyimpanan ponsel lebih hemat karena materi yang diberikan tidak perlu diunduh (Islanda & Darmawan, 2023). *Google Sites* dapat menjadi arsip atau sumber belajar yang dapat diakses secara berulang karena terintegrasi dengan *google drive*. *Google Sites* memiliki akses yang mudah dan nyaman untuk digunakan dalam belajar fisika (Nuraeni et al., 2023), karena dapat diakses kapan saja dan dimana saja (Rosiyana, 2021). Selain itu, *Google Sites* dapat digunakan sebagai aplikasi website berbasis Android dengan format HTML (Afrianto et al., 2022).

Adapun kelemahan *Google Sites* yang perlu diperhatikan pada proses pembelajaran, diantaranya platform ini bergantung pada koneksi data atau jaringan internet sehingga memerlukan koneksi yang stabil. Meskipun *Google Sites* mudah diakses, pendidik tetap perlu memberikan arahan penggunaan, terutama kepada peserta didik yang belum pernah menggunakan *Google Sites* sebelumnya. Kemudian, perlu ada instruksi tegas untuk tidak membuka tab lain selain *Google Sites* yang digunakan saat pembelajaran. Adapun antisipasi yang dapat dilakukan, diantaranya memanfaatkan *wifi* institusi jika tersedia atau bisa dengan *hotspot seluler*. Kemudian, pendidik dapat memberikan arahan dan instruksi untuk membaca petunjuk penggunaan.

2.1.4 Kaitan Model *Interactive Conceptual Instruction* (ICI) berbantuan *Google Sites* dengan Kemampuan Komunikasi Matematis

Kemampuan komunikasi matematis penting dilatihkan untuk mencapai keberhasilan pembelajaran fisika. Kemampuan komunikasi matematis merupakan kemampuan dalam menyampaikan pemikiran dengan gagasan yang bermakna, di

mana pemikiran yang disampaikan dapat berupa tulisan penjelasan konsep, simbol, persamaan, maupun strategi untuk menyelesaikan masalah. Kemampuan ini dapat dilatihkan melalui aktivitas pembelajaran interaktif, yang memberikan ruang kepada peserta didik untuk melakukan analisis dan menyelesaikan masalah, serta mengkomunikasikan gagasan secara optimal. Model ICI merupakan landasan kemampuan berpikir mulai dari pemahaman konsep melalui proses pembelajaran yang komunikatif dan interaktif. Proses pembelajaran menggunakan model ICI dapat menjadi strategi dalam melatih kemampuan komunikasi matematis karena dalam tahapan model ICI dapat mencakup indikator kemampuan komunikasi matematis. Penerapan model ini akan dibantu media interaktif *Google Sites* untuk memfasilitasi penyampaian materi dan simulasi, serta sebagai sumber belajar selama proses pembelajaran. Secara lebih jelas, berikut disajikan penjelasan mengenai keterkaitan model ICI berbantuan *Google Sites* dengan kemampuan komunikasi matematis.

Tabel 2.3 Kaitan Model ICI berbantuan *Google Sites* dengan Kemampuan Komunikasi Matematis

No	Sintaks Model ICI	Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis	Keterangan
1	<i>Conceptual focus</i> (fokus konseptual)	<i>Drawing</i> (menggambar)	Tahap ini merupakan tahap awal yang berfokus pada pemahaman konsep peserta didik. Pada tahap ini, pendidik melakukan demonstrasi yang menghubungkan konsep dan kehidupan sehari-hari dengan menampilkan tayangan video GLB, GLBB, dan gerak parabola, seperti gerak sepeda dan gerak bola melalui <i>Google Sites</i> yang ditayangkan di depan sebagai stimulus untuk membentuk konsep dan membangkitkan diskusi awal mengenai gerak benda. Kemampuan komunikasi matematis yang dilatihkan pada tahap ini adalah kemampuan mengungkapkan gagasan konsep matematis secara visual. Pada tahap ini peserta didik mengamati video fenomena gerak benda melalui

No	Sintaks Model ICI	Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis	Keterangan
			<i>Google Sites</i> yang ditayangkan di depan. Kemudian, peserta didik diminta menggambarkan bentuk lintasan gerak benda berdasarkan keadaan pada video yang telah diamati. Kegiatan ini melatih kemampuan <i>drawing</i> peserta didik dalam komunikasi matematis.
2	<i>Use of texts</i> (penggunaan teks)	<i>Written text</i> (menuliskan jawaban)	Tahap ini merupakan tahap yang mengutamakan interaksi peserta didik dengan teks. Pada tahap ini, pendidik memberikan teks melalui <i>Google Sites</i> yang dapat diakses pada perangkat peserta didik. Kemampuan komunikasi matematis yang dilatihkan pada tahap ini adalah kemampuan memahami, mengevaluasi, dan menafsirkan konsep matematis dalam bentuk tulisan. Pada tahap ini peserta didik membaca dan memahami penjelasan materi GLB, GLBB, dan gerak parabola pada teks yang terintegrasi di dalam <i>Google Sites</i> . Setelah membaca dan memahami teks, peserta didik diminta mengecek pemahaman dengan mengerjakan soal pada formulir yang terintegrasi di dalam <i>Google Sites</i> . Kegiatan ini melatih kemampuan <i>written teks</i> peserta didik dalam komunikasi matematis.
3	<i>Research based-materials</i> (material berbasis penelitian)	<i>Mathematical expression</i> (ekspresi matematika)	Tahap ini merupakan tahap yang melibatkan penggunaan alat dan bahan untuk melakukan simulasi atau percobaan sederhana. Kemampuan komunikasi matematis yang dilatihkan pada tahap ini adalah kemampuan menggunakan istilah, notasi, dan persamaan matematika dengan model situasi matematika untuk menyajikan ide, menggambarkan hubungan, dan menyelesaikan masalah. Pada tahap ini peserta didik melakukan percobaan menggunakan <i>ticker timer</i> dan kereta dinamika, serta percobaan virtual

No	Sintaks Model ICI	Indikator Kemampuan Komunikasi Matematis	Keterangan
			menggunakan <i>PhET Simulation</i> yang terintegrasi di dalam <i>Google Sites</i> untuk mengumpulkan data yang nantinya akan dianalisis menggunakan konsep dan persamaan matematis. Pada tahap ini peserta didik secara berkelompok melakukan percobaan untuk mengetahui hubungan dan pengaruh variabel terhadap lintasan dan gerak benda. Kegiatan ini melatih kemampuan <i>mathematical expression</i> peserta didik dalam komunikasi matematis.
4	<i>Classroom interactions</i> (interaksi kelas)	<i>Mathematical expression</i> (ekspresi matematika)	Tahap ini merupakan tahap yang berfokus pada interaksi peserta didik melalui proses dialog. Kemampuan komunikasi matematis yang dilatihkan pada tahap ini adalah kemampuan <i>mathematical expression</i> . Pada tahap ini, perwakilan setiap kelompok mempresentasikan hasil analisis percobaan untuk membandingkan dan mengetahui kebenaran dari hipotesis yang telah diajukan oleh setiap kelompok. Kegiatan ini melatih kemampuan <i>mathematical expression</i> dalam komunikasi matematis peserta didik secara lisan dan tulisan.

2.1.5 Materi Kinematika

Gerak merupakan perubahan kedudukan suatu benda terhadap titik acuannya. Adapun materi gerak pada bab kinematika yang akan dilatihkan pada penelitian ini adalah materi gerak lurus yang terdiri dari GLB, GLBB, dan gerak parabola.

a. Gerak Lurus Beraturan (GLB)

GLB adalah gerak suatu benda yang berlangsung pada lintasan lurus dengan kecepatan yang besarnya konstan setiap saat, sehingga percepatan bernilai nol. Berikut persamaan pada GLB.

1) Jarak

Jarak merupakan panjang lintasan yang ditempuh benda. Berikut persamaan jarak pada GLB.

$$s = v \cdot t \quad (2.1)$$

Keterangan:

s : Jarak

v : Kelajuan/kecepatan

t : Waktu

2) Perpindahan

Perpindahan adalah perubahan posisi benda dari posisi awal ke posisi akhir dalam waktu tertentu. Berikut persamaan perpindahan pada GLB.

$$\Delta s = v \cdot t \quad (2.2)$$

Keterangan:

Δs : Perpindahan

v : Kecepatan rata-rata

t : Waktu

3) Kelajuan

Kelajuan adalah perbandingan jarak yang ditempuh benda dengan selang waktu yang diperlukan. Berikut persamaan kelajuan pada GLB.

$$v = \frac{s}{t} \quad (2.3)$$

b. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

GLBB adalah gerak benda pada lintasan lurus dengan percepatan tetap sehingga kecepatan benda berubah dari waktu ke waktu selama benda bergerak. Berikut persamaan pada GLBB.

1) Kecepatan sesaat

Secara matematis kecepatan didefinisikan sebagai perubahan posisi terhadap waktu. Berikut persamaan kecepatan sesaat pada GLBB.

$$v_t = v_0 + a \cdot t \quad (2.4)$$

$$v_t^2 = v_0^2 + a \cdot s \quad (2.5)$$

Keterangan:

v_t : Kecepatan saat di titik tertentu

v_0 : Kecepatan awal

a : Percepatan

t : Waktu

s : Jarak

Percepatan adalah laju perubahan kecepatan persatuan waktu. Jika bernilai positif, maka gerak tersebut mengalami percepatan, jika bernilai negatif, maka gerak tersebut mengalami perlambatan.

2) Jarak

$$s = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \quad (2.6)$$

3) Gerak vertikal ke Atas (GVA)

a) Kecepatan sesaat

$$v_t = v_0 - g \cdot t \quad (2.7)$$

$$v_t^2 = v_0^2 - 2gy \quad (2.8)$$

b) Posisi

$$y = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2 \quad (2.9)$$

4) Gerak Vertikal ke Bawah (GVB)

a) Kecepatan sesaat

$$v_t = v_0 + g \cdot t \quad (2.10)$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2gy \quad (2.11)$$

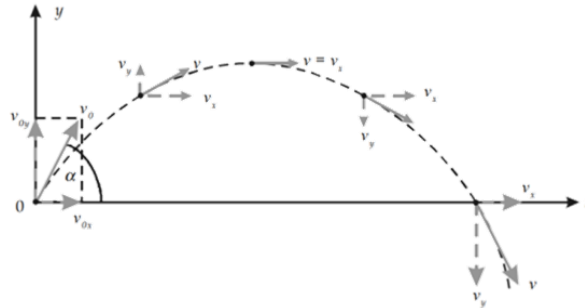
b) Posisi

$$y = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} g \cdot t^2 \quad (2.12)$$

c. Gerak Parabola

Secara umum, gerak parabola atau gerak peluru merupakan gerak benda yang dilemparkan ke udara dengan membentuk sudut tertentu terhadap permukaan tanah. Gerak peluru merupakan gerak benda yang diberi kecepatan awal dilempar ke udara dari sudut tertentu kemudian membentuk lintasan melengkung yang

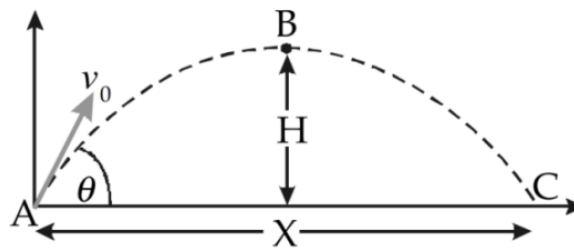
arahnya dipengaruhi gaya gravitasi. Gambar 2.9 berikut menunjukkan lintasan gerak benda pada gerak parabola.



Gambar 2.9 Lintasan Gerak Parabola

Sumber: (Saripudin et al., 2009)

Gambar 2.10 berikut menunjukkan titik posisi benda pada lintasan gerak parabola.



Gambar 2.10 Titik Posisi Gerak Parabola

Sumber: (Saripudin et al., 2009)

Suatu benda bergerak dengan kecepatan awal v_0 dan sudut elevasi θ dari titik A. Kemudian, benda mencapai tinggi maksimum di titik B. Setelah berada di titik B, benda akan jatuh dan kembali ke tanah hingga mencapai jarak maksimum di titik C. Berikut persamaan pada gerak parabola.

1) Kecepatan

a) Kecepatan horizontal (kecepatan pada sumbu x)

$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha \quad (2.13)$$

b) Kecepatan vertikal (kecepatan pada sumbu y)

$$v_y = v_{0y} - gt \quad (2.14)$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha \quad (2.15)$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt \quad (2.16)$$

- c) Kecepatan total (kecepatan pada sumbu x dan sumbu y)

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \quad (2.17)$$

- d) Arah kecepatan benda

$$\tan \theta = \frac{v_y}{v_x} \quad (2.18)$$

Karena nilai v_x selalu positif, maka arah kecepatan atau nilai sudut elevasi θ bergantung pada nilai v_y .

- 2) posisi

- a) Posisi horizontal (pada sumbu x) pada waktu t

$$x = v_x t = v_0 \cos \alpha t \quad (2.19)$$

- b) Posisi vertikal (pada sumbu y) pada waktu t

$$y = v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2 \text{ atau } y = v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (2.20)$$

- 3) Waktu

- a) Waktu tempuh pada sumbu y

Pada saat benda berada di ketinggian maksimum, kecepatan benda pada sumbu y adalah $v_y = 0$.

$$v_y = v_{0y} - g t_{AB} \quad (2.21)$$

$$0 = v_0 \sin \alpha - g t_{AB} \quad (2.22)$$

$$g t_{AB} = v_0 \sin \alpha \quad (2.23)$$

$$t_{AB} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \quad (2.24)$$

$$t_{AB} = t_{BC} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = \sqrt{\frac{2h_{maks}}{g}} \quad (2.25)$$

- b) Waktu tempuh pada sumbu x

$$t_{AC} = 2 t_{AB} \quad (2.26)$$

$$t_{AC} = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = 2 \sqrt{\frac{2h_{maks}}{g}} \quad (2.27)$$

4) Tinggi dan jarak maksimum

a) Tinggi maksimum pada sumbu y (h_{maks})

$$t_{AB} = t_{BC} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = \sqrt{\frac{2h_{maks}}{g}} \quad (2.28)$$

$$t_{AB} = t_{BC} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = \frac{2h_{maks}}{g} \quad (2.29)$$

$$h_{maks} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (2.30)$$

b) Jarak maksimum pada sumbu x (x_{maks})

$$x_{maks} = v_{0x} t_{AC} \quad (2.31)$$

$$x_{maks} = v_0 \cos \alpha \cdot 2 \left(\frac{v_0 \sin \alpha}{g} \right) \quad (2.32)$$

$$x_{maks} = v_0^2 \cdot 2 \left(\frac{\sin \alpha}{g} \right) \cos \alpha \quad (2.33)$$

$$\text{Dalam trigonometri, } 2 \sin \alpha \cos \alpha = \sin 2\alpha \quad (2.34)$$

$$x_{maks} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad (2.35)$$

c) Hubungan antara h_{maks} dan x_{maks}

$$\frac{x_{maks}}{h_{maks}} = \frac{\left(\frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \right)}{\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}} = \frac{4}{\tan \alpha} \quad (2.36)$$

2.2 Hasil yang Relevan

a. Penelitian yang berjudul pengaruh metode *Interactive Conceptual Instruction* (ICI) terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa kelas VIII SMP, memperoleh hasil penerapan metode ICI memberikan pengaruh terhadap kemampuan komunikasi matematis dibandingkan pembelajaran konvensional. Hasil ini dapat dilihat berdasarkan hasil uji t kelas sampel (Bonita et al., 2016). Persamaannya, sama-sama menggunakan variabel bebas model ICI dan variabel terikat kemampuan komunikasi matematis. Perbedaannya, penelitian yang akan dilakukan menggunakan variabel bebas model ICI dibantu media interaktif *Google Sites* dan materi kinematika pada

pelajaran fisika, penelitian ini menggunakan variabel bebas model ICI tanpa dibantu media interaktif dan materi pada pelajaran matematika.

- b. Penelitian yang berjudul penggunaan multimedia interaktif terhadap peningkatan kemampuan pemahaman dan komunikasi matematis, serta kemandirian belajar siswa sekolah dasar, memperoleh hasil penggunaan multimedia interaktif memberikan pengaruh dalam meningkatkan kemampuan pemahaman dan komunikasi matematis dibandingkan dengan pembelajaran konvensional tanpa menggunakan multimedia interaktif. Hasil ini dapat dilihat berdasarkan perbedaan rata-rata nilai tes kelas sampel (Purnamasari & Herman, 2016). Persamaannya, sama-sama memanfaatkan teknologi pada pembelajaran dan menggunakan variabel terikat kemampuan komunikasi matematis. Perbedaannya, penelitian yang akan dilakukan menggunakan ICI dan materi kinematika pada pelajaran fisika, penelitian ini melakukan pembelajaran multimedia interaktif dan materi sifat-sifat bangun datar pada pelajaran matematika. Adapun saran untuk penelitian berikutnya diharapkan dapat menerapkan pembelajaran dan teknologi yang interaktif agar kegiatan dan hasil pembelajaran dapat lebih baik.
- c. Penelitian yang berjudul pengembangan media interaktif berbasis *Google Sites* untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa pada materi pythagoras, memperoleh hasil pengembangan media interaktif *Google Sites* dinyatakan valid, praktis, dan efektif digunakan untuk melatih kemampuan komunikasi matematis. Hasil ini dapat dilihat berdasarkan hasil validitas ahli, uji *N-Gain*, dan analisis keterlaksanaan pembelajaran berupa angket respon guru dan peserta didik (Dewi et al., 2025). Persamaannya, sama-sama menggunakan *Google Sites* pada pembelajaran. Perbedaannya, penelitian yang akan dilakukan menggunakan model ICI dan materi kinematika pada pelajaran fisika, penelitian ini melakukan uji coba produk menggunakan materi pythagoras pada pelajaran matematika. Adapun saran untuk penelitian berikutnya diharapkan dapat menggunakan media interaktif pada pembelajaran dan mempertimbangkan *Google Sites* sebagai alternatif dalam membuat media pembelajaran interaktif.

- d. Penelitian yang berjudul analisis kesulitan siswa dalam kemampuan komunikasi matematis pada materi persamaan gerak lurus, memperoleh hasil ditemukan tiga jenis kesulitan utama dalam mengerjakan soal yang menuntut pada kemampuan komunikasi matematis. Hasil ini dapat dilihat berdasarkan hasil tes tulis dan wawancara peserta didik (Maulani et al., 2025). Persamaannya, sama-sama melakukan penelitian terhadap kemampuan komunikasi matematis. Perbedaanannya, penelitian yang akan dilakukan menerapkan model ICI berbantuan media interaktif *Google Sites* dan materi gerak lurus bab kinematika pada pelajaran fisika, penelitian ini melakukan analisis kualitatif deskriptif menggunakan materi persamaan gerak lurus pada pelajaran matematika. Adapun saran untuk penelitian berikutnya diharapkan dapat melakukan pembelajaran yang menekankan pada pemahaman konsep, kemampuan komunikasi matematis, dan aplikasi pada konteks nyata.
- e. Penelitian yang berjudul pengaruh pendekatan *Interactive Conceptual Instruction* (ICI) dengan media pembelajaran terhadap penguasaan konsep ditinjau dari gaya belajar, memperoleh hasil penggunaan media video dan gambar berpengaruh dalam meningkatkan penguasaan konsep pada materi energi, media video meningkatkan penguasaan konsep peserta didik dengan gaya belajar auditori dan media gambar meningkatkan penguasaan konsep peserta didik dengan gaya belajar visual. Hasil ini dapat dilihat berdasarkan hasil tes ANOVA (Astuti, 2022). Persamaannya, sama-sama menggunakan variabel bebas model ICI dan media pembelajaran. Perbedaanannya, penelitian yang akan dilakukan menggunakan variabel terikat kemampuan komunikasi matematis dan materi kinematika, penelitian ini menggunakan variabel terikat penguasaan konsep dan materi energi. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat merancang pembelajaran yang efektif dan inovatif yang terintegrasi dengan media pembelajaran dan dapat mengembangkan penelitian dengan variabel lain.
- f. Penelitian yang berjudul pengaruh penerapan model *Interactive Conceptual Instruction* (ICI) berbantuan media interaktif terhadap hasil belajar siswa pada materi fisika di SMA, memperoleh hasil penerapan model ICI

berbantuan media interaktif memberikan pengaruh sebesar 69% terhadap hasil belajar pada materi usaha dan energi. Hasil ini dapat dilihat berdasarkan hasil uji t kelas sampel (Herwansyah et al., 2023). Persamaannya, sama-sama menggunakan variabel bebas model ICI berbantuan media interaktif. Perbedaannya, penelitian yang akan dilakukan menggunakan variabel terikat kemampuan komunikasi matematis dan materi kinematika, penelitian ini menggunakan variabel terikat hasil belajar dan materi usaha dan energi. Adapun saran untuk penelitian berikutnya diharapkan dapat mengatur waktu dengan baik dan menggunakan media interaktif lain yang lebih inovatif.

- g. Penelitian yang berjudul efektivitas penggunaan media pembelajaran interaktif berbasis website *Google Sites* pada materi hukum newton di SMA islam al-hidayah Jember, memperoleh hasil penggunaan *Google Sites* memberikan pengaruh lebih baik terhadap pemahaman konsep. Hasil ini dapat dilihat berdasarkan perbedaan rata-rata nilai sebelum dan setelah menggunakan *Google Sites* (Mahardika et al., 2022). Persamaannya, sama-sama menggunakan *Google Sites* pada pembelajaran. Perbedaannya, penelitian yang akan dilakukan menggunakan model ICI dan variabel terikat kemampuan komunikasi matematis pada materi kinematika, penelitian ini melakukan observasi pembelajaran pada materi hukum newton.
- h. Penelitian yang berjudul efektivitas *Google Site* untuk meningkatkan penguasaan konsep peserta didik kelas XI tentang Suhu dan kalor, memperoleh hasil penggunaan *Google Sites* memberikan pengaruh dalam meningkatkan penguasaan konsep pada materi suhu dan kalor. Hasil ini dapat dilihat berdasarkan hasil uji Wilcoxon sebelum dan setelah menggunakan *Google Sites* (Rini et al., 2024). Persamaannya, sama-sama menggunakan *Google Sites* pada pembelajaran. Perbedaannya, penelitian yang akan dilakukan menggunakan model ICI dan variabel terikat kemampuan komunikasi matematis pada materi kinematika, penelitian ini menggunakan variabel terikat penguasaan konsep dan materi suhu dan kalor. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat lebih ketat mengawasi peserta

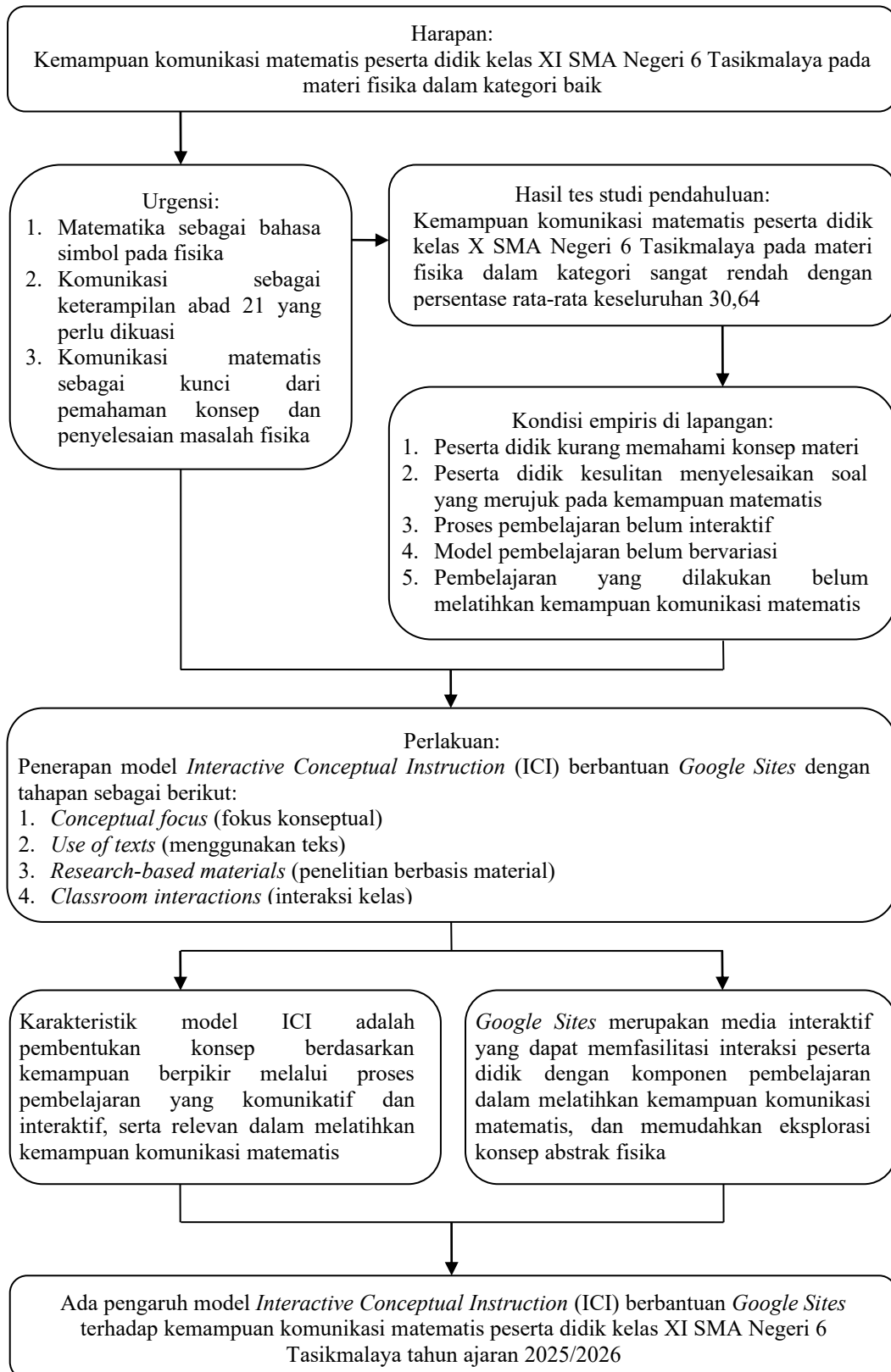
didik untuk tidak membuka tab lain ketika mengakses *Google Site* agar pembelajaran dapat optimal.

- i. Penelitian yang berjudul pengaruh penggunaan media pembelajaran *Google Sites* terhadap hasil belajar siswa SMA pada Materi hukum newton, memperoleh hasil penggunaan *Google Sites* memberikan pengaruh terhadap hasil belajar. Hasil ini dapat dilihat berdasarkan perbedaan rata-rata nilai sebelum dan setelah menggunakan *Google Sites* (Ningsih & Bukit, 2022). Persamaannya, sama-sama menggunakan *Google Sites* pada pembelajaran. Perbedaannya, penelitian yang akan dilakukan menggunakan model ICI dan variabel terikat kemampuan komunikasi matematis pada materi kinematika, penelitian ini menggunakan variabel terikat hasil belajar dan materi hukum newton. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat memberikan arahan dan menampilkan *Google Sites* di layar proyektor untuk membantu peserta didik yang belum pernah menggunakan *Google Sites* dan yang tidak memiliki perangkat digital.
- j. Penelitian yang berjudul analisis respon guru dan siswa terhadap pengembangan bahan ajar fisika berbasis model POE2WE berbantuan *Google Site*, memperoleh hasil bahan ajar fisika berbasis model pembelajaran POE2WE berbantuan *Google Sites* mendapatkan respon positif dan sangat layak digunakan pada pembelajaran. Hasil ini dapat dilihat berdasarkan hasil validasi ahli, serta analisis angket respon dan wawancara guru dan peserta didik (Adam et al., 2023). Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan menggunakan *Google Sites* pada pembelajaran. Perbedaannya, penelitian yang akan dilakukan menggunakan model ICI dan materi kinematika, penelitian ini melakukan uji coba menggunakan model POE2WE dan materi induksi elektromagnetik.

2.3 Kerangka Konseptual

Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan permasalahan pada proses pembelajaran fisika di sekolah. Kurangnya interaksi dan variasi model dalam pembelajaran berkontribusi terhadap rendahnya pemahaman dan kemampuan

komunikasi matematis peserta didik pada pelajaran fisika. Oleh sebab itu, diperlukan perubahan strategi pembelajaran yang membuat proses belajar menjadi komunikatif dan interaktif, serta dapat melatih kemampuan komunikasi matematis. Model ICI merupakan model yang mengutamakan interaksi aktif peserta didik pada proses pembelajaran. Model ICI dapat menjadi solusi rendahnya kemampuan peserta didik dalam mengkomunikasikan gagasan matematis pada materi gerak lurus bab kinematika melalui pengalaman pembelajaran, terutama jika dibantu dengan media interaktif yang dapat membantu proses dan hasil pembelajaran lebih optimal. Media interaktif yang digunakan pada penelitian ini adalah *Google Sites*. *Google Sites* merupakan media interaktif yang sangat praktis, valid, dan efektif digunakan dalam pembelajaran. Media interaktif ini relevan mendukung kegiatan pembelajaran menggunakan model ICI dalam melatih kemampuan komunikasi matematis pada materi gerak lurus bab kinematika. Penelitian ini diharapkan dapat membantu peserta didik memiliki kemampuan komunikasi matematis dalam konteks materi fisika. Gambar 2.11 berikut menunjukkan kerangka konseptual penelitian.



Gambar 2.11 Kerangka Konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

H_0 : Tidak ada pengaruh model *Interactive Conceptual Instruction* (ICI) berbantuan *Google Sites* terhadap kemampuan komunikasi matematis pada materi kinematika di kelas XI SMA Negeri 6 Tasikmalaya tahun ajaran 2025/2026.

H_a : Ada pengaruh model *Interactive Conceptual Instruction* (ICI) berbantuan *Google Sites* terhadap kemampuan komunikasi matematis pada materi kinematika di kelas XI SMA Negeri 6 Tasikmalaya tahun ajaran 2025/2026.