

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengembangan

Pengembangan merupakan upaya pendidikan baik formal maupun non formal yang dilaksanakan secara sadar, terencana, terarah, teratur dan bertanggung jawab dalam rangka memperkenalkan, menumbuhkan, membimbing dan meningkatkan suatu pengetahuan, keterampilan, keinginan serta kemampuan untuk mencapai hasil yang optimal.

Definisi pengembangan yang dikemukakan oleh Seels & Richey dalam Sumarno (2012) adalah sebagai berikut:

Pengembangan berarti proses menerjemahkan atau menjabarkan spesifikasi rancangan kedalam bentuk fitur fisik. Pengembangan secara khusus berarti proses menghasilkan bahan-bahan pembelajaran. Pengembangan memusatkan perhatiannya tidak hanya pada analisis kebutuhan, tetapi juga isu-isu luas tentang analisis awal-akhir, seperti analisis kontekstual. Pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk berdasarkan temuan-temuan uji lapangan.

Definisi pengembangan dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2002 adalah sebagai berikut:

Pengembangan adalah kegiatan ilmu pengetahuan dan teknologi yang bertujuan memanfaatkan kaidah dan teori ilmu pengetahuan yang telah terbukti kebenarannya untuk meningkatkan fungsi, manfaat dan aplikasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah ada atau menghasilkan

teknologi baru. Pengembangan secara umum berarti pola pertumbuhan, perubahan secara perlahan (*evolution*) dan perubahan secara bertahap.

Berdasarkan beberapa definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa pengembangan merupakan suatu usaha yang dilakukan secara sadar, terencana dan terarah untuk membuat atau memperbaiki produk agar menjadi semakin bermanfaat untuk meningkatkan kualitas sebagai upaya untuk menciptakan mutu yang lebih baik.

B. Media Pembelajaran

Media pembelajaran adalah media yang digunakan dalam kegiatan belajar mengajar, yaitu meliputi alat bantu guru dalam mengajar serta sarana pembawa pesan dari sumber belajar ke penerima pesan belajar (siswa). Sebagai penyaji dan penyalur pesan, media pembelajaran bisa mewakili guru dalam menyajikan materi pelajaran kepada siswa. Jika media pembelajaran didesain dan dikembangkan secara baik, maka fungsi itu akan dapat dipertanggungjawabkan oleh media meskipun tanpa keberadaan guru.

Media pembelajaran didefinisikan oleh Arsyad (2011: 7) sebagai berikut:

Media pembelajaran dapat dipahami sebagai segala sesuatu yang dapat menyampaikan atau menyalurkan pesan dari suatu sumber secara terencana, sehingga terjadi lingkungan belajar yang kondusif dimana penerimanya dapat melakukan proses belajar secara efisien dan efektif.

Definisi media pembelajaran yang dikemukakan Ashar diperkuat oleh pernyataan Briggs (1970) dalam Uno (2008: 114) yaitu “media pembelajaran

adalah segala bentuk fisik yang dapat menyampaikan pesan serta merangsang peserta didik untuk belajar”.

Berdasarkan beberapa pengertian tersebut tersebut dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyampaikan pesan dari suatu sumber ke penerima pesan (peserta didik) agar dapat merangsang peserta didik untuk belajar secara efisien dan efektif.

Media pembelajaran yang digunakan dalam dunia pendidikan terdapat berbagai jenis, diantaranya dikemukakan oleh Sudrajat (2008: 1) yaitu:

1. media visual: grafik, diagram, *chart*, bagan, poster, kartun, komik
2. media audial: radio, tape *recorder*, laboratorium bahasa, dan sejenisnya
3. *projected still media*: *slide*, *over head projector* (OHP), *infocus* dan sejenisnya
4. *projected motion media*: film, televisi, video (VCD, DVD, VTR), komputer dan sejenisnya.

Jenis media pembelajaran yang dikemukakan oleh Sudrajat diklasifikasikan berdasarkan bentuk medianya, sedangkan Sanjaya (2010: 211) mengklasifikasikan media pembelajaran menjadi 3 jenis berdasarkan sifatnya, yaitu:

1. media auditif, yaitu media yang hanya dapat didengar saja, atau media yang hanya memiliki unsur suara, seperti radio dan rekaman suara.
2. media visual, yaitu media yang hanya dapat saja, tidak mengandung unsur suara.
3. media audiovisual, yaitu jenis media yang selain mengandung unsur suara juga mengandung unsur gambar yang dapat dilihat.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran bisa diklasifikasikan menjadi beberapa klasifikasi tergantung dari sudut mana melihatnya. Berbagai jenis media yang telah diuraikan dari

beberapa pakar, media yang dianggap lebih baik dan lebih menarik adalah jenis media audio visual karena merupakan gabungan dari kedua unsur jenis media yaitu media auditif dan media visual.

Media memiliki kontribusi yang cukup besar dalam meningkatkan mutu dan kualitas pengajaran. Kehadiran media tidak hanya membantu guru dalam menyampaikan materi ajarnya, tetapi juga memberikan nilai tambah pada kegiatan pembelajaran. Hal ini berlaku bagi segala jenis media, baik yang canggih dan mahal ataupun media yang sederhana dan murah.

Jenis media yang dimanfaatkan dalam proses pembelajaran cukup beragam, mulai dari media yang sederhana sampai media yang cukup rumit dan canggih. Untuk mempermudah mempelajari jenis-jenis media ini, dapat dilakukan pengklasifikasian atau penggolongan.

Klasifikasi media pembelajaran yang mudah dipelajari menurut Uno (2008: 36) adalah klasifikasi yang disusun oleh Heinich, sebagai berikut:

Tabel 2.1 Klasifikasi Media Pembelajaran

KLASIFIKASI	JENIS MEDIA
Media yang tidak diproyeksikan (<i>non projected media</i>)	Realita, model, bahan grafis (<i>graphical material</i>), display
Media yang diproyeksikan (<i>projected media</i>)	OHT, <i>Slide</i> , <i>Opaque</i>
Media Audio (Audio)	Audio kaset, <i>Audio vision</i> , <i>active audio vision</i>
Media Video (Video)	Video
Media berbasis komputer (<i>computer based media</i>)	<i>Computer Assisted Instruction (CAI)</i> <i>Computer managed Instruction (CMI)</i>
Multimedia kit	Perangkat praktikum

Berdasarkan tabel di atas, pengklasifikasian yang dilakukan oleh Heinich merupakan penggolongan media berdasarkan bentuk fisiknya, yaitu apakah media tersebut masuk dalam golongan media yang diproyeksikan atau yang tidak diproyeksikan, atau apakah media tersebut masuk dalam golongan media yang dapat dilihat secara visual atau dapat didengar lewat audio, dan seterusnya.

C. Media Interaktif

Suatu media dapat dikatakan interaktif apabila *audience* (penonton) tidak hanya melihat dan mendengar informasi yang ditampilkan saja tetapi secara nyata berinteraksi langsung dengan media tersebut. Dalam hal ini *audience* dilibatkan dalam penggunaan media.

Media interaktif didefinisikan oleh Seels & Glasgow dalam Arsyad (2006:

36) sebagai berikut:

Media interaktif merupakan sistem media penyampaian yang menyajikan materi video rekaman dengan pengendalian komputer kepada penonton (mahasiswa) yang tidak hanya mendengar dan melihat video dan suara, tetapi juga memberikan respon yang aktif dan respon itu yang menentukan kecepatan dan sekuensi penyajian. Media interaktif memiliki unsur *audio-visual* (termasuk animasi) dan disebut interaktif karena media ini dirancang dengan melibatkan respon pemakai secara aktif.

Definisi media interaktif yang dikemukakan oleh Seels & Glasgow berkaitan dengan penggunaan komputer sebagai media penyampaian pesan, hal ini sesuai dengan definisi media interaktif menurut Alwi (2007) yaitu “media interaktif adalah alat perantara atau penghubung berkaitan dengan komputer yang bersifat saling melakukan aksi antar-hubungan dan saling aktif”.

Berdasarkan definisi-definisi tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa media interaktif adalah alat perantara yang dirancang dengan pemanfaatan komputer menggunakan unsur seperti suara (audio), gambar (visual) dan teks untuk menyampaikan suatu pesan.

Media interaktif dalam proses pembelajaran dapat membantu guru untuk mendesain pembelajaran secara kreatif. Dengan desain pembelajaran yang kreatif diharapkan proses pembelajaran menjadi inovatif, menarik, lebih interaktif dan efektif, kualitas belajar siswa dapat ditingkatkan, proses belajar mengajar dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja serta sikap dan minat belajar siswa dapat ditingkatkan. Dalam proses pembelajaran penggunaan media interaktif memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan media lainnya.

Media interaktif sebagai media pembelajaran memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan media lainnya, diantaranya yang dikemukakan oleh Ardiansyah (2011) yaitu:

1. Memperbesar benda yang sangat kecil dan tidak tampak oleh mata. Dengan bantuan multimedia maka dapat ditampilkan benda-benda seperti kuman, bakteri, elektron, dan lain-lain. Dengan demikian benda-benda tersebut akan mudah dipahami oleh siswa.
2. Memperkecil benda yang sangat besar, yang tidak mungkin dihadirkan di sekolah. Dengan demikian kita dapat menyajikan benda-benda seperti gedung, gajah, gunung, candi, rumah, dan lain-lain, sehingga memudahkan guru dalam menyampaikan materi secara riil melalui gambar, movie atau animasi.
3. Menyajikan benda atau peristiwa yang kompleks, rumit dan berlangsung cepat atau lambat. Adanya kemampuan ini maka guru dapat menyajikan melalui gambar animasi atau movie tentang susunan atom, sistem tubuh manusia, bekerjanya suatu mesin, beredarnya planet planet, berkembangnya bunga dan lain- lain.

4. Menyajikan suatu benda atau peristiwa yang jauh. Melalui media interaktif maka guru dapat menghadirkan objek-objek seperti planet, bulan, bintang dan salju ke dalam ruang kelas.
5. Menyajikan benda atau peristiwa yang berbahaya. Dengan kemampuan ini maka guru dapat menyajikan peristiwa-peristiwa yang berbahaya seperti ledakan bom, peluncuran roket, letusan gunung berapi, kebakaran, binatang buas, racun dan lain- lain.
6. Meningkatkan daya tarik dan perhatian siswa. Dengan kemampuan ini maka pembelajaran dapat berlangsung secara menarik dan meningkatkan motivasi belajar siswa.

Media interaktif juga memiliki beberapa kelebihan lain selain kelebihan yang dikemukakan oleh Ardiansyah, seperti yang dikemukakan oleh Salim (2012).

Kelebihan dari media interaktif dalam dunia pendidikan, yaitu:

1. Siswa dapat berinteraksi langsung dengan aplikasi.
2. Menambah daya tarik dan minat siswa untuk mempelajari materi di dalam aplikasi.
3. Mempermudah pengajar untuk menyampaikan pelajaran.
4. Aplikasi ini juga mampu memberikan simulasi alat ataupun simulasi game, simulasi ini akan menjadikan aplikasi ini begitu adiktif sehingga aplikasi ini dapat mengurangi rasa bosan siswa dalam belajar.
5. Di dalam aplikasi ini juga terdapat quiz yang secara otomatis akan menilai seberapa jauh siswa menguasai pelajaran yang ada di dalam aplikasi.

Berdasarkan definisi-definisi tersebut, secara umum kelebihan media interaktif dibandingkan dengan media lainnya dalam pembelajaran adalah mampu menampilkan bahan-bahan pembelajaran yang tidak mungkin atau sulit dihadirkan langsung ke dalam kelas, menambah daya tarik dan minat belajar siswa serta dapat membangun interaksi yang baik antara guru dengan siswa.

D. Autodesk Maya 2014

Autodesk Maya adalah sebuah perangkat lunak grafis komputer 3D dibuat oleh *Alias Systems Corporation* (Diakuisisi oleh *Autodesk, Inc.* pada tahun 2006). *Autodesk Maya* digunakan dalam industri film dan TV, dan juga untuk permainan video komputer. *Autodesk Maya* merupakan sebuah program yang didesain khusus untuk membuat animasi gerakan alami serta gerakan yang sangat kompleks selain itu dapat digunakan juga sebagai perangkat dalam mendesain simulasi tentang kejadian-kejadian tertentu secara realistis.

Autodesk Maya 2014 merupakan pengembangan dari versi 2013 yang memiliki beberapa fitur baru, yaitu: *Next-Gen Viewport Display and Shading*, *Accelerated Modeling Workflow*, *Scene Assembly Tools for Smarter Data*, *Grease Pencil*, *New Paint Effects Surface and Volume Attributes* dan *Node Editor*.

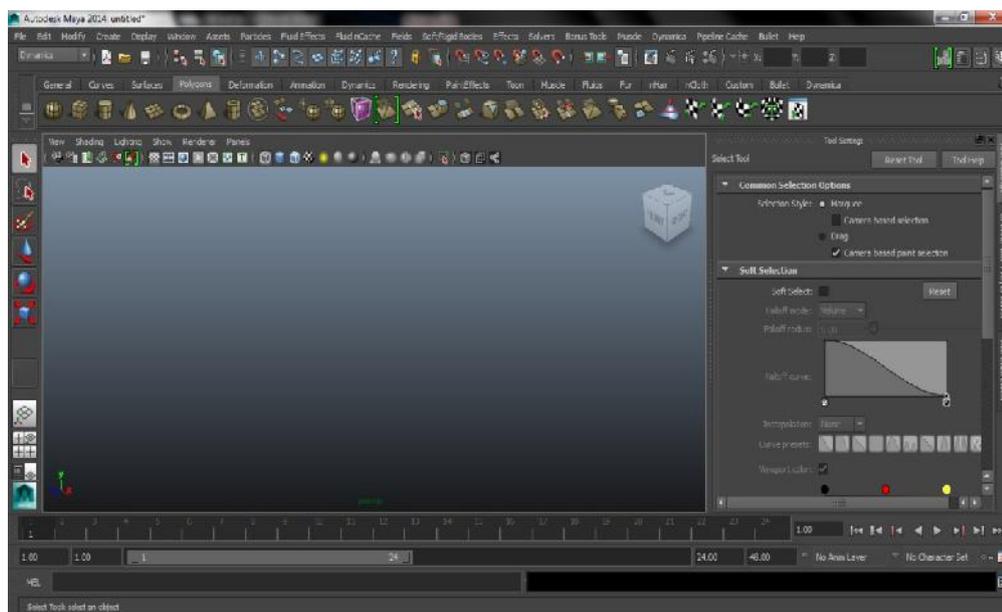
Menurut Derakhshani (2013: 8) proses pembuatan animasi menggunakan *Autodesk Maya 2014* ada 5 tahapan pokok antara lain:

1. *Modeling*, merupakan proses pembuatan bentuk objek 3D yang dapat dibuat berdasarkan gambar sketsa 2D maupun pembuatan langsung tanpa sketsa. Terdapat 3 macam proses *modeling*, yaitu: *Polygonal Modeling*, *NURBS modeling* dan *surface (SubD) modeling*.
2. *Texturing*, merupakan proses pemberian warna dan tekstur material pada objek 3D agar terlihat lebih detail
3. *Animation*, merupakan proses membuat objek 3D menjadi bergerak baik dilakukan secara manual menggunakan fitur *keyframing* maupun otomatis menggunakan fitur *dynamic effect*.

4. *Lighting*, merupakan proses pencahayaan pada objek 3D dan lingkungan sekitarnya agar menghasilkan efek bayangan dan pantulan.
5. *Rendering*, merupakan proses konversi dari objek 3 dimensi ke format gambar.

Kelima tahap pembuatan animasi tersebut memerlukan teknik dan *skill* yang berbeda-beda, oleh karena itu biasanya dalam pembuatan animasi dilakukan oleh beberapa *team* yang memiliki tugas masing-masing, ada kelompok yang bertugas sebagai *animator*, *designer*, *programmer*, *painter* dan sebagainya.

Adapun tampilan area kerja *Autodesk Maya 2014* dapat dilihat pada Gambar 2.1.

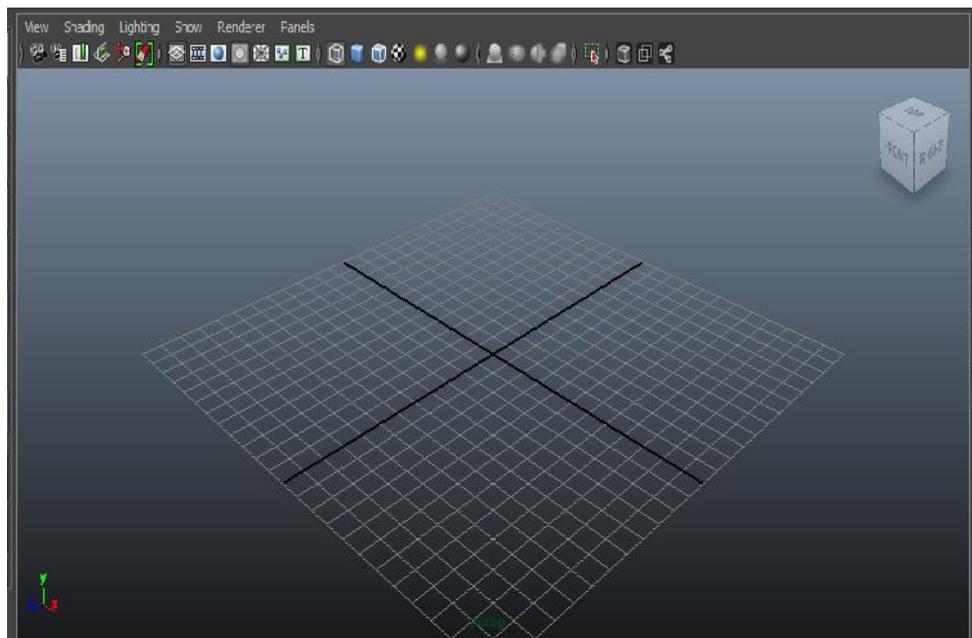


Gambar 2.1 Tampilan Area Kerja *Autodesk Maya 2014*.

Penjelasan singkat mengenai beberapa menu dan *tools* secara umum di dalam *Autodesk Maya 2014* sebagai berikut:

1. View

Ketika memulai lembar kerja baru di dalam *Maya*, *perspective view* adalah tampilan yang paling awal. Didalam tampilan 3D, *perspective view* sangat penting untuk melihat lembar kerja lebih dari satu sudut pandang. Sebuah objek dapat dilihat dari semua sudut pandang yang ada, seperti dari atas, bawah, depan, belakang, samping kanan dan kiri. Selain itu *perspective view* juga terdapat *grid* sebagai alat bantu dalam menentukan atau merubah posisi suatu objek dalam 3 axis, yaitu axis x, y dan z. Dalam hal ini axis y digunakan sebagai indikator ketinggian suatu objek.



Gambar 2.2 Tampilan Jendela *Maya* Secara Umum.

2. Time Slider

Time Slider menunjukkan rentang *frame* yang sedang aktif di dalam lembar kerja, posisi dari *Playback Head*, dan *keyframe* yang telah dipasang pada objek tertentu.



Gambar 2.3 *Time Slider Autodesk Maya*

3. Range Slider

Di bawah *Time Slider* terdapat *Range Slider* yang menunjukkan jumlah *frame* yang sedang digunakan dalam lembar kerja.



Gambar 2.4 *Range Slider Autodesk Maya*

4. *Toolbox Window*

Di bagian sisi kiri dari layar terdapat *Toolbox Window* yang terdiri dari beberapa *tool* yang sering digunakan dalam pembuatan animasi, diantaranya *select tool*, *move tool*, *rotate tool*, *scale tool* dan lain-lain.



Gambar 2.5 *Toolbox Window*

5. *Shelves*

Di bagian atas jendela kerja, terdapat kumpulan icon kecil yang disebut *shelf*. Di dalam lembar kerja *maya* terdapat beberapa *shelves* secara umum,

diantaranya *polygonal modeling, animation, dan rendering shelves*.



Gambar 2.6 *Shelf*

E. Metode Simulasi

Simulasi adalah suatu cara untuk menduplikasi/menggambaran ciri, tampilan dan karakteristik dari suatu sistem nyata atau secara sederhana dapat diartikan sebagai situasi aktual atau imajiner. Sebagai metode mengajar, simulasi dapat diartikan cara penyajian pengalaman belajar dengan menggunakan situasi tiruan untuk memahami tentang konsep, prinsip atau keterampilan tertentu. Dalam mengajar, metode simulasi digunakan ketika proses pembelajaran tidak dapat dilakukan secara langsung pada objek yang sebenarnya

Metode simulasi didefinisikan oleh Suyanti (2010: 79) sebagai berikut:

Metode simulasi adalah cara penyajian pengalaman belajar dengan menggunakan situasi tiruan untuk memahami tentang konsep, prinsip atau keterampilan tertentu. Simulasi dapat digunakan sebagai metode mengajar dengan asumsi tidak semua proses pembelajaran dapat dilakukan secara langsung pada objek yang sebenarnya.

Suyanti mendefinisikan metode simulasi sebagai salah satu metode mengajar dengan asumsi pembelajaran tidak dapat dilakukan langsung pada objek sebenarnya, sedangkan Darmawan (2012: 123) mendefinisikan metode simulasi sebagai berikut:

Metode simulasi merupakan strategi pembelajaran yang bertujuan memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret melalui penciptaan

tiruan-tiruan bentuk pengalaman yang mendekati suasana yang sebenarnya dan berlangsung dalam suasana yang tanpa resiko.

Berdasarkan defini-definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa metode simulasi adalah strategi pembelajaran menggunakan situasi tiruan yang mendekati suasana yang sebenarnya untuk memberikan pengalaman belajar yang konkret dalam memahami konsep, prinsip atau keterampilan tertentu.

Situasi tiruan yang mendekati suasana yang sebenarnya dalam metode simulasi ini membutuhkan media baik itu dalam wujud aktual maupun virtual. Namun pada kenyataannya media pembelajaran dalam bentuk aktual seperti alat peraga dan lain-lain membutuhkan waktu dan dana yang ekstra dalam proses pembuatannya sehingga kurang efektif digunakan dalam proses pembelajaran, sehingga media pembelajaran virtual merupakan solusi yang tepat dalam memecahkan masalah efektivitas waktu dan dana.

Media pembelajaran virtual ini digunakan *software* komputer yang dapat membuat simulasi dan animasi 3D agar efek visual yang ditampilkan benar-benar nyata atau paling tidak mendekati nyata sehingga akan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata kepada peserta didik. Banyak sekali *software* multimedia berbasis 3D yang dapat digunakan untuk menciptakan animasi dan simulasi dalam pembelajaran antara lain *Blender*, *3D Studio Max*, *Autodesk Maya*, *Cinema 4D* dan masih banyak lagi. Namun di antara semua *software* tersebut *Autodesk Maya* adalah *software* multimedia 3D yang paling *User-Friendly* (mudah digunakan) serta lebih banyak fitur-

fitur untuk menciptakan efek-efek dinamis seperti gravitasi, gesekan, tumbukan dan lain-lain untuk menunjang efektivitas pembelajaran fisika.

F. Penggunaan *Software* Multimedia 3D dalam Pembelajaran Sains

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Schanze (2003) terhadap siswa di dua tahun pertama pembelajaran kimia (usia 15 sampai 16 tahun lebih di *German Grammar School*) tentang penggunaan simulasi 3D dan gambar 2D biasa dalam memahami materi struktur kimia, menyatakan bahwa penggunaan simulasi 3D lebih memudahkan pemahaman siswa tentang materi struktur kimia dibandingkan dengan gambar 2D biasa. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, penggunaan simulasi atau animasi 3D dalam pembelajaran memiliki kelebihan dibandingkan dengan gambar 2D biasa. Membuat simulasi atau animasi 3D diperlukan *software* multimedia 3D seperti *Blender*, *3D Studio Max*, *Autodesk Maya* dan lain-lain. Penggunaan *software* multimedia 3D dalam pembelajaran memberikan banyak sekali keuntungan baik bagi guru maupun siswa itu sendiri.

Keuntungan menggunakan *software* multimedia 3D dalam pembelajaran menurut Yeung (2004: 2) adalah sebagai berikut:

1. Dalam mengajar
 - a. Guru dapat membuat objek visual untuk mengeliminasi ilusi 2D dalam menjelaskan objek sains yang rumit dan konsep yang abstrak.
 - b. Membantu siswa dalam menghindari salah konsep, interpretasi atau pemahaman dari beberapa fakta dan konsep ilmiah.

- c. Menyediakan simulasi untuk menggantikan eksperimen, latihan atau demonstrasi yang dapat menimbulkan bahaya jika dilakukan didalam kelas.
 - d. Dapat mengulang eksperimen atau demonstrasi yang membutuhkan banyak waktu dengan mudah.
2. Dalam belajar
- a. Dapat mengembangkan kemampuan visual dan psikomotor siswa dalam melakukan eksperimen.
 - b. Dapat memusatkan perhatian siswa melalui atraksi dan efek- efek visual yang ditampilkan.

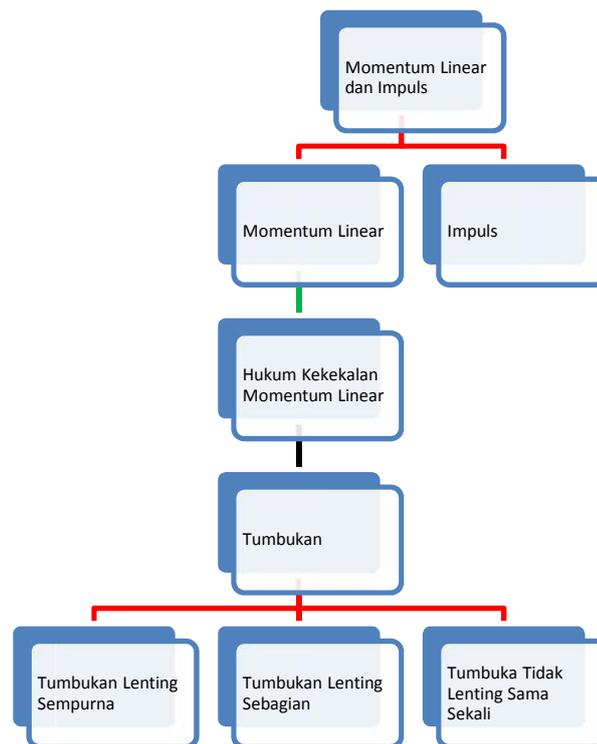
Di dunia pendidikan penggunaan *software* multimedia 3D ini memudahkan guru dan siswa dalam proses pembelajaran, sehingga banyak tenaga pendidik dari berbagai institusi pendidikan mencoba untuk mengembangkan *software* multimedia 3D ini. Koltai *et al.* (2008) pernah mengembangkan *software* multimedia 3D untuk pembelajaran fisika bernama *Newton*. *Software* ini menyediakan materi kinematika, dinamika, kelistrikan dan optik dalam bentuk simulasi 3D. *Software* ini membantu siswa untuk memahami fenomena fisika yang sulit dipelajari, dan melakukan eksperimen fisika yang sulit dalam bentuk simulasi 3D.

Penggunaan *software* multimedia 3D dalam pembelajaran sains terutama fisika memang diperlukan untuk membelajarkan konsep-konsep yang sulit dipahami, konsep- konsep abstrak, dan percobaan-percobaan fisika yang sulit

dilakukan serta dapat mengefektifkan waktu pembelajaran dan juga dapat membuat pembelajaran fisika menjadi lebih menarik.

G. Momentum Linear dan Impuls

Materi pembelajaran yang akan ditampilkan dalam bentuk media interaktif berupa animasi dan simulasi adalah materi momentum linear dan impuls untuk kelas XI IPA semester I mata pelajaran fisika SMA. Di dalam pembelajaran momentum linear dan impuls terdapat beberapa sub materi yang disajikan dalam gambar 2.7.



Gambar 2.7 Peta Konsep Momentum Linear dan Impuls

Keterangan:

— : Terdiri atas

— : Menghasilkan

— : Diterapkan

1. Momentum Linear

Momentum dimiliki oleh benda yang bergerak. Momentum adalah kecenderungan benda yang bergerak untuk melanjutkan gerakannya pada kelajuan yang konstan. Momentum merupakan besaran vektor yang searah dengan kecepatan benda. Momentum dapat dirumuskan sebagai hasil perkalian massa dengan kecepatan. Secara matematis dituliskan:

$$\vec{p} = m\vec{v} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan:

\vec{p} = momentum (kgm/s)

m = massa benda (kg)

\vec{v} = kecepatan benda (m/s)

2. Impuls

Untuk membuat suatu benda yang diam menjadi bergerak diperlukan sebuah gaya yang bekerja pada benda tersebut selama interval waktu tertentu. Gaya yang diperlukan untuk membuat sebuah benda tersebut bergerak selama interval waktu tertentu disebut impuls.

Impuls digunakan untuk menambah, mengurangi dan mengubah arah momentum dalam satuan waktu tertentu. Impuls dapat dirumuskan sebagai hasil perkalian gaya dengan interval waktu. Secara matematis dituliskan:

$$\bar{I} = \vec{F}\Delta t \dots\dots\dots (2.2)$$

Dengan:

$$\bar{I} = \text{impuls (N.s)}$$

$$\vec{F} = \text{gaya (N)}$$

$$\Delta t = \text{interval waktu (s)}$$

Impuls pada umumnya digunakan dalam peristiwa apabila gaya yang bekerja besar dan dalam waktu yang sangat singkat. Berdasarkan hukum II Newton:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\text{Karena } \vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}, \text{ maka:}$$

$$\vec{F} = m \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

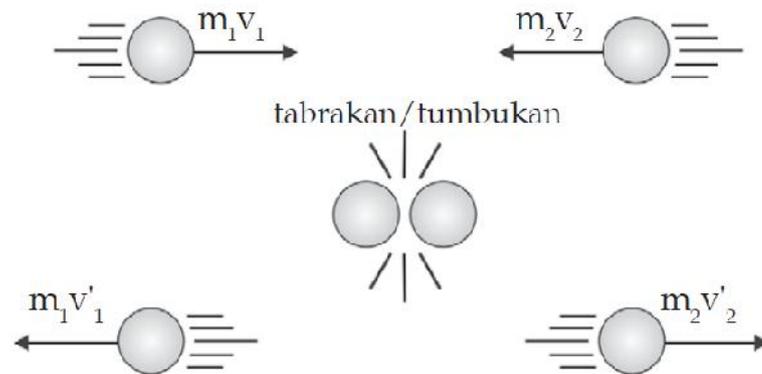
$$\vec{F} \Delta t = m \cdot \Delta\vec{v} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$$

$$\bar{I} = \Delta\vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 \dots\dots\dots (2.3)$$

Dari persamaan (2.3) dapat dikatakan bahwa impuls yang dikerjakan pada suatu benda sama dengan perubahan momentumnya. (Haryadi, 2009: 88)

3. Hukum Kekekalan Momentum Linear

Misalkan dua bola pada Gambar 2.8 bergerak berlawanan arah saling mendekati. Bola pertama massanya m_1 , bergerak dengan kecepatan \vec{v}_1 . Sedangkan bola kedua massanya m_2 , bergerak dengan kecepatan \vec{v}_2 . Jika kedua bola berada pada lintasan yang sama dan lurus, maka pada suatu saat kedua bola akan bertabrakan.



Gambar 2.8 Hukum Kekekalan Momentum

Dengan memperhatikan analisis gaya tumbukan bola pada Gambar 2.8, ternyata sesuai dengan pernyataan hukum III Newton. Kedua bola akan saling menekan dengan gaya \vec{F} yang sama besar, tetapi arahnya berlawanan akibat adanya gaya aksi dan reaksi dalam selang waktu Δt tersebut. Kedua bola akan saling melepaskan diri dengan kecepatan masing-masing sebesar \vec{v}'_1 dan \vec{v}'_2 .

Impuls yang terjadi selama interval waktu Δt adalah $\vec{F}_1 \Delta t = -\vec{F}_2 \Delta t$.

Telah diketahui bahwa $\vec{I} = \vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p}$, maka persamaannya menjadi seperti berikut:

$$\Delta \vec{p}_1 = -\Delta \vec{p}_2$$

$$m_1 \vec{v}_1 - m_1 \vec{v}'_1 = -(m_2 \vec{v}_2 - m_2 \vec{v}'_2)$$

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

\vec{p}_1, \vec{p}_2 : vektor momentum benda 1 dan 2 sebelum tumbukan

\vec{p}'_1, \vec{p}'_2 : vektor momentum benda 1 dan 2 sesudah tumbukan

m_1, m_2 : massa benda 1 dan 2

\vec{v}_1, \vec{v}_2 : kelajuan benda 1 dan 2 sebelum tumbukan

\vec{v}'_1, \vec{v}'_2 : kelajuan benda 1 dan 2 sesudah tumbukan

Persamaan di atas dinamakan hukum kekekalan momentum. Hukum ini menyatakan bahwa *“jika tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem, maka momentum total sesaat sebelum sama dengan momentum total sesudah tumbukan”*. Ketika menggunakan persamaan ini, arah kecepatan tiap benda harus diperhatikan.

(Sarwono, dkk. (2009: 102)

4. Tumbukan

Tumbukan terjadi bila dua buah benda saling mendekati dan berinteraksi dengan kuat kemudian saling menjauh. Sebelum melakukan tumbukan kedua benda bergerak dengan kecepatan konstan. Setelah tumbukan kedua benda tadi juga bergerak dengan kecepatan konstan tetapi kecepatannya berbeda dengan kecepatan semula. Pada peristiwa tumbukan gaya interaksi sangat kuat dan bekerja sangat cepat, sedangkan gaya luar sangat kecil dibandingkan gaya interaksi sehingga dapat diabaikan. Karena gaya yang ada hanya gaya interaksi saja dan gaya interaksi totalnya adalah nol maka pada tumbukan berlaku hukum kekekalan momentum.

Ada tiga macam tumbukan yang dipelajari pada pokok bahasan tumbukan, yaitu tumbukan lenting sempurna, tumbukan lenting

sebagian dan tumbukan tidak lenting sama sekali. Dalam konteks ini hanya membahas tumbukan antara dua benda yang lintasan keduanya berada pada satu garis lurus.

a. Tumbukan Lenting Sempurna

Pada tumbukan lenting sempurna, berlaku Hukum Kekekalan Momentum Linear. Energi kinetik total yang dimiliki benda sebelum dan setelah tumbukan adalah tetap. Energi potensial benda tidak diperhitungkan karena kedua benda bergerak dalam satu bidang datar dengan ketinggian yang sama.



Gambar 2.9 Tumbukan Lenting Sempurna

Perhatikan Gambar 2.9 dua buah benda pada bidang datar bergerak berlawanan. Kemudian setelah terjadi tumbukan kedua benda tersebut bergerak berlawanan arah dari arah semula.

Kecepatan setiap benda adalah \vec{v}'_1 dan \vec{v}'_2 . Sesuai dengan hukum Kekekalan Momentum Linear didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$

$$m_1(\vec{v}_1 - \vec{v}'_1) = m_2(\vec{v}'_2 - \vec{v}_2) \dots \dots \dots (2.5)$$

Menurut Hukum Kekekalan Energi Kinetik, didapatkan persamaan berikut

$$E_{k1} + E_{k2} = E'_{k1} + E'_{k2}$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 \dots\dots (2.6)$$

Dari persamaan (2.6) akan diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = m_1 v_1'^2 + m_2 v_2'^2$$

$$m_1 (v_1^2 - v_1'^2) = m_2 (v_2'^2 - v_2^2)$$

$$m_1 (\vec{v}_1 + \vec{v}'_1) (\vec{v}_1 - \vec{v}'_1) = m_2 ((\vec{v}'_2 + \vec{v}_2) (\vec{v}'_2 - \vec{v}_2)) \dots (2.7)$$

jika ruas kanan pada persamaan (2.7) dibagi dengan ruas kanan persamaan (2.5), dan ruas kiri persamaan (2.7) dibagi dengan ruas kiri persamaan (2.5), akan dihasilkan persamaan:

$$(\vec{v}_1 + \vec{v}'_1) = (\vec{v}_2 + \vec{v}'_2)$$

$$(\vec{v}'_1 + \vec{v}'_2) = -(\vec{v}_1 - \vec{v}_2) \text{ atau bisa ditulis:}$$

$$-\frac{\vec{v}'_1 - \vec{v}'_2}{\vec{v}_1 - \vec{v}_2} = 1 \dots\dots\dots (2.8)$$

Harga 1 pada persamaan (2.8) menyatakan *koefisien restitusi* untuk tumbukan lenting sempurna. Secara umum persamaan (2.8) ditulis:

$$-\frac{\vec{v}'_1 - \vec{v}'_2}{\vec{v}_1 - \vec{v}_2} = e \dots\dots\dots (2.9)$$

Dalam hal ini, e adalah *koefisien restitusi*. Persamaan (2.9) berlaku untuk semua jenis tumbukan. (Indrajit, 2009: 96)

b. Tumbukan Lenting Sebagian

Tumbukan lenting sebagian terjadi apabila setelah tumbukan ada sebagian energi yang hilang. Pada tumbukan jenis ini, energi kinetik berkurang selama tumbukan. Oleh karena itu, hukum kekekalan energi mekanik tidak berlaku. Besarnya kecepatan relatif juga berkurang dengan faktor *koefisien restitusi* (e).

Nilai *koefisien restitusi* berkisar antara 0 dan 1 ($0 \leq e \leq 1$).

Untuk tumbukan lenting sempurna, nilai $e = 1$. Untuk tumbukan tidak lenting sama sekali (pembahasan c) nilai $e = 0$. Sedangkan untuk tumbukan lenting sebagian mempunyai nilai e antara 0 dan 1 ($0 < e < 1$).

c. Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali

Pada tumbukan jenis ini, kecepatan benda-benda sesudah tumbukan sama besar (benda yang bertumbukan saling melekat). Perhatikan Gambar 2.14! Misalnya, sebuah peluru dengan massa m_1 dan kecepatan \vec{v}_1 menumbuk bola yang mempunyai kecepatan \vec{v}_2 di atas lantai horizontal dengan massa m_2 . Setelah tumbukan, peluru melekat atau bersarang di dalam bola dan bergerak secara bersama-sama.



Gambar 2.10 Tumbukan Tidak Lenting Sama Sekali

Pada tumbukan tidak lenting sama sekali berlaku persamaan berikut:

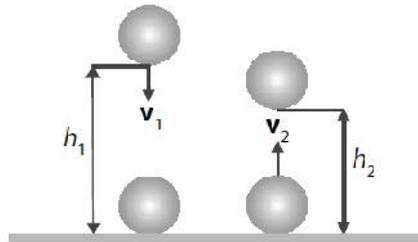
$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$

Jika $\vec{v}'_1 = \vec{v}'_2 = \vec{v}'$, maka $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}'$,

(Sarwono, dkk., 2009: 105)

Contoh peristiwa tumbukan dalam kehidupan sehari-hari adalah benda jatuh bebas, ayunan balistik dan gaya dorong pada roket.

a. Benda jatuh bebas



Gambar 2.11 Tumbukan Lenting Sebagian Pada Benda Jatuh Bebas

Tumbukan lenting sebagian berlaku juga pada sebuah benda yang bergerak jatuh bebas. Dalam kasus ini, yang bertindak sebagai benda kedua adalah lantai. Perhatikan Gambar 2.10. Dengan demikian kecepatan benda kedua sebelum tumbukan dan sesudah tumbukan adalah nol.

Sebuah bola jatuh bebas dari ketinggian h terhadap lantai memenuhi persamaan:

$$\vec{v} = \sqrt{2gh} \dots \dots \dots (2.10)$$

Kecepatan bola sebelum dan sesudah menumbuk lantai memenuhi persamaan:

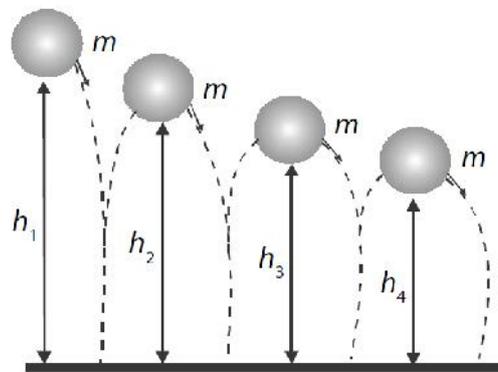
$$\vec{v}_1 = - \sqrt{2gh_1} \text{ dan } \vec{v}'_1 = + \sqrt{2gh_1} \dots \dots (2.11)$$

Tanda negatif pada \vec{v}_1 menandakan arah bola ke bawah dan tanda positif pada \vec{v}'_1 menandakan arah bola ke atas. Koefisien restitusi antara bola dan lantai dapat diperoleh dari persamaan:

$$e = - \frac{\vec{v}'_1 - \vec{v}'_2}{\vec{v}_1 - \vec{v}_2}$$

$$e = - \frac{2g\bar{h}_1 - 0}{-2g\bar{h}_1 - 0}$$

$$e = \frac{\bar{h}_2}{\bar{h}_1} \dots \dots \dots (2.12)$$

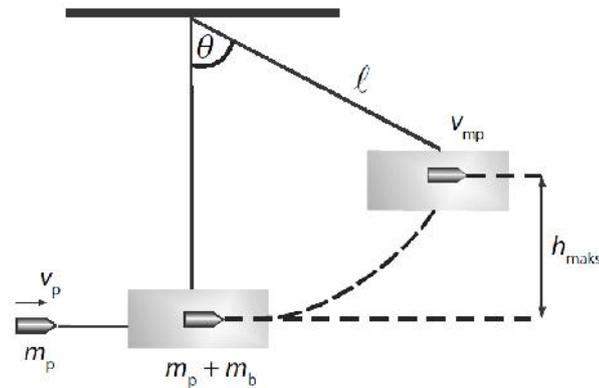


Gambar 2.12 Tinggi Pantulan Bola yang Mengalami Tumbukan Lenting Sebagian

Persamaan (2.12) dapat digunakan pada benda jatuh ke lantai dan kemudian memantul beberapa kali. Sebagai contoh, perhatikan kasus pada Gambar 2.11. Pada kasus tersebut, persamaan koefisien restitusi menjadi:

$$e = \frac{\bar{h}_2}{\bar{h}_1} = \frac{\bar{h}_3}{\bar{h}_2} = \frac{\bar{h}_4}{\bar{h}_3} \dots \dots \dots (2.13)$$

b. Ayunan Balistik



Gambar 2.13 Ayunan Balistik

Tumbukan tidak lenting sama sekali berlaku juga pada ayunan balistik, yaitu benda yang terdiri atas sepotong balok kayu yang diikatkan pada seutas tali. Kemudian digantungkan sedemikian rupa agar balok dapat bergerak bebas. Ayunan seperti ini dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk mengukur kelajuan peluru. Peluru yang akan diukur kelajuannya ditembakkan dari sebuah senjata ke arah balok tersebut. Perhatikan Gambar 2.12. Misalkan balok yang tergantung memiliki massa m_b , sedangkan peluru memiliki massa m_p . peluru yang ditembakkan tersebut bersarang dalam balok dan bergerak bersama-sama dengan kecepatan \vec{v}' , sehingga balok berayun dan mencapai ketinggian h . Menurut Hukum Kekekalan Momentum Linear, didapat persamaan:

$$m_p \vec{v}_p = (m_p + m_b) \vec{v}'$$

$$\vec{v}_p = \frac{(m_p + m_b) \vec{v}'}{m_p} \dots \dots \dots (2.14)$$

Menurut Hukum Kekekalan Energi Mekanik, energi kinetik Yang dimiliki peluru dan balok pada posisi P sama dengan energi potensial yang dimiliki peluru dan balok ketika mencapai ketinggian maksimum. Secara matematis, keadaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{1}{2}(m_p + m_b)v'^2 = (m_p + m_b)g\Delta$$

$$\vec{v}' = \sqrt{2g\Delta} \dots \dots \dots (2.15)$$

Dari persamaan (2.14) dan persamaan (2.15), diperoleh:

$$\vec{v}_p = \frac{(m_p + m_b)}{m_p} \sqrt{2g\Delta} \dots \dots \dots (2.16)$$

Keterangan:

m_p = massa peluru (kg)

m_B = massa balok (kg)

\vec{v}_p = kecepatan peluru (m/s)

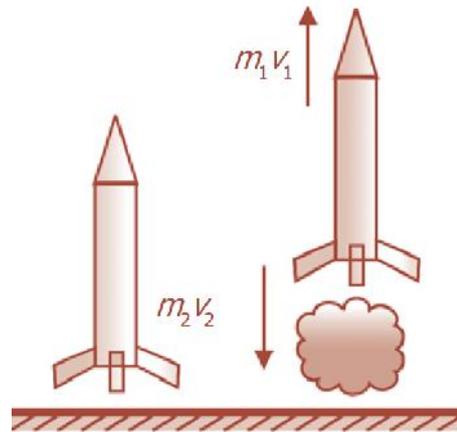
\vec{v}' = kecepatan setelah peluru dan balok bertumbukan (m/s)

(Indrajit, 2009: 100)

c. Gaya Dorong Pada Roket

Sebuah roket mengandung tangki yang berisi bahan hidrogen cair dan oksigen cair. Pembakaran bahan-bahan tersebut menghasilkan gas panas yang menyembur keluar melalui ekor roket. Pada saat gas keluar dari roket terjadi perubahan momentum gas selama

waktu tertentu, sehingga menghasilkan gaya yang dikerjakan roket pada gas.



Gambar 2.14 Prinsip Kerja Roket

Berdasarkan Hukum III Newton, timbul reaksi gaya yang dikerjakan gas pada roket yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan. Gaya inilah yang menyebabkan roket terdorong ke atas (Gambar 2.13). Prinsip terdorongnya roket memenuhi Hukum Kekekalan Momentum. Jika mula-mula roket diam, maka momentumnya sama dengan nol, sehingga berdasarkan Hukum Kekekalan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = 0$$

$$m_1 \vec{v}_1 = -m_2 \vec{v}_2 \dots\dots\dots (2.17)$$

Kecepatan akhir yang dicapai sebuah roket tergantung pada kecepatan semburan gas dan jumlah bahan bakar yang dibawanya.

(Haryadi, 2009: 97)

H. Model Pembelajaran Inkuiri

Inkuiri merupakan model pembelajaran yang membimbing siswa untuk memperoleh dan mendapatkan informasi serta mencari jawaban atau memecahkan masalah terhadap pertanyaan yang dirumuskan. Dalam model pembelajaran inkuiri siswa terlibat secara mental dan fisik untuk memecahkan suatu permasalahan yang diberikan guru.

Inkuiri didefinisikan oleh Kardi (2003: 3) sebagai berikut:

Inkuiri adalah model pembelajaran yang dirancang untuk membimbing siswa bagaimana meneliti masalah dan pertanyaan berdasarkan fakta. Model inkuiri menekankan pada proses mencari dan menemukan, peran siswa dalam model ini adalah mencari dan menemukan sendiri pemecahan masalah dalam suatu materi pelajaran sedangkan guru sebagai fasilitator dan pembimbing siswa untuk belajar.

Definisi inkuiri yang dikemukakan oleh kardi menekankan pada peran aktif siswa dalam proses mencari dan menemukan sendiri pemecahan masalah.

Pernyataan ini sejalan dengan definisi inkuiri yang dikemukakan oleh Cleaf dalam Putrayasa (2009: 2) sebagai berikut:

Inkuiri adalah salah satu strategi yang digunakan dalam kelas yang berorientasi proses, inkuiri merupakan sebuah strategi pengajaran yang berpusat pada siswa yang mendorong siswa untuk menyelidiki masalah dan menemukan informasi.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas penulis menyimpulkan bahwa model inkuiri adalah model pembelajaran yang menekankan kepada siswa untuk lebih aktif dalam pembelajaran, dimana siswa dapat menemukan atau meneliti masalah berdasarkan fakta untuk memperoleh data, sedangkan guru hanya sebagai fasilitator dan pembimbing siswa dalam belajar.

Sebelum melaksanakan kegiatan pembelajaran menggunakan model pembelajaran inkuiri, siswa hendaknya memperhatikan langkah-langkah kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model inkuiri agar pembelajaran dapat berjalan dengan maksimal dan sesuai dengan apa yang diharapkan.

Model pembelajaran inkuiri memiliki beberapa tahapan/langkah-langkah pembelajaran seperti yang dikemukakan oleh Sagala (2006: 197) sebagai berikut:

Terdapat lima tahapan yang ditempuh dalam melaksanakan model inkuiri yaitu: (1) perumusan masalah yang dipecahkan siswa, (2) menetapkan jawaban sementara (hipotesis), (3) siswa mencari informasi, data fakta yang diperlukan untuk menjawab permasalahan, (4) menarik kesimpulan jawaban atau generalisasi, dan (5) mengaplikasikan kesimpulan atau generalisasi dalam situasi baru.

Sanjaya (2010: 201) juga mengemukakan langkah-langkah pembelajaran menggunakan model inkuiri sebagai berikut:

1. Orientasi
Langkah orientasi adalah langkah untuk membina suasana atau iklim pembelajaran yang responsif sehingga dapat merangsang dan mengajak untuk berpikir memecahkan masalah.
2. Merumuskan masalah
Merumuskan masalah merupakan langkah membawa siswa pada suatu persoalan yang mengandung teka teki.
3. Mengajukan hipotesis
Hipotesis adalah jawaban sementara dari suatu permasalahan yang sedang di kaji. Sebagai jawaban sementara, hipotesis perlu di uji kebenarannya.
4. Mengumpulkan data
Mengumpulkan data adalah aktifitas menjaring informasi yang dibutuhkan untuk menguji hipotesis yang diajukan. Kegiatan mengumpulkan data meliputi percobaan atau eksperimen.
5. Menguji hipotesis
Menguji hipotesis adalah proses menentukan jawaban yang dianggap diterima sesuai dengan data atau informasi yang diperoleh berdasarkan pengumpulan data.
6. Merumuskan kesimpulan
Merumuskan kesimpulan adalah proses mendeskripsikan temuan yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian hipotesis.

Berdasarkan beberapa kutipan tersebut dapat disimpulkan bahwa langkah-langkah pembelajaran menggunakan model inkuiri harus dilaksanakan secara sistematis dari merumuskan masalah sampai tahap akhir mengaplikasikan kesimpulan, karena jika tidak secara sistematis maka tujuan pembelajaran tidak tercapai sesuai dengan model pembelajaran inkuiri.

Model pembelajaran inkuiri dipergunakan oleh guru dengan melibatkan peserta didik dalam pembelajaran melalui kegiatan penelitian (eksperimen) yang bertujuan untuk menemukan materi pembelajaran tertentu. Model pembelajaran inkuiri dibagi menjadi 3 macam yaitu:

1. Model inkuiri *Free Discovery* (penemuan bebas)

Model ini digunakan bagi siswa yang telah berpengalaman belajar dengan pendekatan inkuiri. Karena dalam pendekatan inkuiri bebas ini menempatkan siswa seolah-olah bekerja seperti seorang ilmuwan. Siswa diberi kebebasan menentukan permasalahan untuk diselidiki, menemukan dan menyelesaikan masalah secara mandiri, merancang prosedur atau langkah-langkah yang diperlukan.

2. Model inkuiri *Guided Discovery* (penemuan terbimbing)

Dalam proses belajar mengajar dengan metode inkuiri terbimbing, siswa dituntut untuk menemukan konsep melalui petunjuk-petunjuk seperlunya dari seorang guru. Petunjuk-petunjuk itu pada umumnya berupa pertanyaan-pertanyaan yang bersifat membimbing. Selain pertanyaan-pertanyaan, guru juga dapat memberikan penjelasan-penjelasan seperlunya pada saat siswa akan melakukan percobaan, misalnya penjelasan tentang cara-cara melakukan percobaan. Metode inkuiri

terbimbing biasanya digunakan bagi siswa-siswa yang belum berpengalaman belajar dengan menggunakan metode inkuiri.

3. Model *Modified Free Inquiry* (Inkuiri bebas yang dimodifikasi)

Model ini merupakan kolaborasi atau modifikasi dari dua strategi inkuiri sebelumnya, yaitu: pendekatan inkuiri terbimbing dan pendekatan inkuiri bebas. Meskipun begitu permasalahan yang akan dijadikan topik untuk diselidiki tetap berpedoman pada kurikulum yang telah ada. Artinya, dalam metode ini siswa tidak dapat memilih atau menentukan masalah untuk diselidiki secara sendiri, namun siswa yang belajar dengan metode ini menerima masalah dari gurunya untuk dipecahkan dan tetap memperoleh bimbingan. Namun bimbingan yang diberikan lebih sedikit dari inkuiri terbimbing dan tidak terstruktur (Mukhlas, 2015).