

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA BERPIKIR

A. Kajian Teori

1. Konsep Teknologi Pendidikan

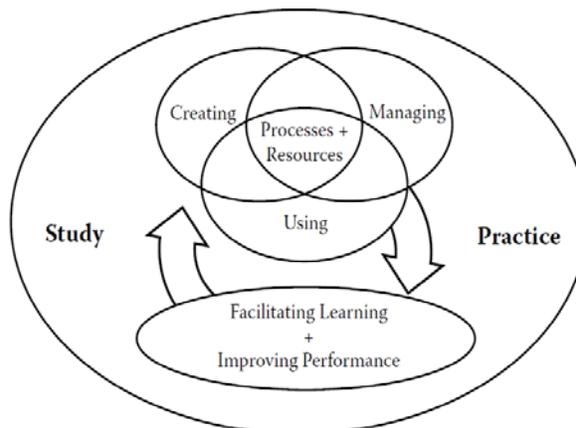
a. Definisi Teknologi Pendidikan

Di tahun 1994, *Committee of Association for Educational Communications and Technology* (AECT) mendefinisikan teknologi instruksional adalah teori serta praktik dari desain, pengembangan, pemanfaatan, pengelolaan serta evaluasi dari proses maupun sumber daya yang digunakan pada pembelajaran (Seels & Richey, 1994). Secara historis, terdapat perbedaan penggunaan istilah antara teknologi instruksional (*Instructional Technology*) ataupun teknologi pendidikan (*Educational Technology*).

Para ahli yang memilih istilah teknologi instruksional memiliki dua poin penjelasan. Poin pertama karena kata “instruksional” lebih tepat untuk menggambarkan fungsi teknologi. Poin kedua bahwa kata intruksional lebih tepat karena istilah “teknologi pendidikan” umumnya menyiratkan sekolah maupun seting pendidikan. Namun para ahli yang memilih istilah “teknologi pendidikan” berpendapat bahwa istilah “pendidikan” akan mempertahankan fokus yang lebih luas untuk bidang tersebut (Seels & Richey, 1994).

Sejak 1977, perbedaan kedua istilah tersebut telah hilang. Saat ini kedua istilah tersebut dipakai untuk menggambarkan aplikasi proses serta alat teknologi yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah pengajaran dan pembelajaran (Seels & Richey, 1994). Kini kedua istilah tersebut dianggap sinonim. Pada beberapa tahun ini istilah yang lebih sering didengar ialah teknologi pendidikan, sedangkan istilah teknologi instruksional lebih umum digunakan di Amerika Serikat.

Konsep teknologi pendidikan telah berkembang hingga saat ini. Dalam konsepsi saat ini, teknologi pendidikan didefinisikan sebagai konsep abstrak ataupun bidang praktik. Tahun 2004, definisi menurut AECT menyatakan bahwa teknologi pendidikan ialah studi dan praktik etis guna memfasilitasi pembelajaran serta meningkatkan kinerja melalui proses menciptakan, menggunakan serta mengelola proses termasuk sumber daya teknologi yang sesuai (Januszewski & Molenda, 2008). Dari definisi tersebut terdapat elemen kunci yang mencirikan teknologi pendidikan yaitu studi (*study*), praktik etis (*ethical practice*), fasilitasi (*facilitating*), pembelajaran (*learning*), meningkatkan (*improving*), kinerja (*performance*), menciptakan (*creating*), mengelola (*managing*), menggunakan (*using*), dan teknologi yang tepat (*appropriate technology*). Visualisasi elemen kunci dalam definisi disajikan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Elemen kunci pada definisi 2004 (Januszewski & Molenda, 2008, h. 5)

Penggunaan teknologi dalam pendidikan menghasilkan peningkatan efektivitas proses pendidikan, sedangkan penggunaan teknologi dalam pelatihan menghasilkan peningkatan produktivitas melalui peningkatan kemampuan manusia (Kumar, 1996). Sebagai contoh pada masa pandemi Covid-19 lalu, penggunaan teknologi untuk pembelajaran jarak jauh baik untuk *virtual meeting* dan *virtual class* membantu pembelajaran bisa tetap terlaksana. Ruang belajar juga mulai meluas dari semula hanya berupa ruang belajar satu (tatap muka), kemudian berkembang menjadi ruang belajar dua (tatap maya), ruang belajar tiga (mandiri) dan ruang belajar empat (kolaboratif) (Chaeruman, 2020).

Dalam konsep teknologi pendidikan juga terdapat penelitian teknologi pendidikan (*Educational technology research*). Penelitian teknologi pendidikan difokuskan pada menggambarkan, memprediksi, memahami, dan merancang aplikasi teknologi yang efektif untuk

mencapai tujuan pendidikan, pelatihan, dan dukungan kinerja (Reeves & Oh, 2008). Pada penelitian ini dilakukan penelitian teknologi pendidikan yang meliputi elemen kunci yaitu menciptakan (*creating*) dan menggunakan (*using*) dengan memanfaatkan proses serta sumber yang sesuai untuk memfasilitasi pembelajaran dengan tujuan meningkatkan kemampuan siswa.

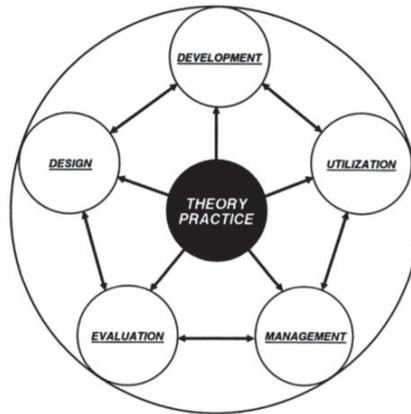
b. Kawasan teknologi pendidikan

Terdapat lima kawasan (*domain*) yang merupakan bidang garapan teknologi pendidikan didasarkan definisi AECT 1994, yaitu desain, pengembangan, pemanfaatan, pengelolaan, dan penilaian (Seels & Richey, 1994). Berikut penjelasan untuk domain-domain tersebut:

- 1) Domain desain (*design*), merupakan kawasan yang bertujuan mengelompokkan kondisi belajar yang bertujuan menciptakan strategi serta pendidikan di level makro contohnya program satuan pelajaran atau modul. Kawasan desain melingkupi desain sistem intruksional (*instructional systems design*), strategi pembelajaran (*instructional strategies*), desain pesan (*message design*), serta karakteristik peserta didik (*learner characteristics*).
- 2) Domain pengembangan (*development*), kawasan pengembangan merupakan proses penerjemahan dari perencanaan spesifikasi desain ke dalam wujud fisik. Kawasan pengembangan mencakup teknologi cetak (*print technologies*), teknologi audio visual

- (*audiovisual technologies*), teknologi berbasis komputer (*Computer-Based Technologies*) serta teknologi terpadu (*integrated technologies*).
- 3) Domain pemanfaatan (*utilization*), kawasan pemanfaatan merupakan kegiatan menggunakan pendekatan, proses serta sumber belajar guna mencapai tujuan pembelajaran. Kawasan pemanfaatan mencakup pemanfaatan media (*media utilization*), difusi inovasi (*diffusion of innovations*), implementasi serta institusionalisasi (*implementation and institutionalization*), dan peraturan serta kebijakan (*policies and regulation*).
 - 4) Domain pengelolaan (*management*), kawasan pengelolaan merupakan aktivitas mengelola proyek, sumber, sistem dan informasi. Kawasan pengelolaan meliputi pengelolaan proyek (*project management*), pengelolaan sumber daya (*resource management*), pengelolaan sistem informasi (*information management*), serta pengelolaan penyampaian (*delivery systems management*).
 - 5) Domain evaluasi (*evaluation*), kawasan evaluasi merupakan kawasan yang menentukan apakah pembelajaran terpenuhi atau tidak. Kawasan evaluasi mencakup evaluasi masalah (*measurement*), evaluasi formatif (*formative evaluation*), pengukuran terhadap kriteria patokan (*criterion-referenced*), serta evaluasi sumatif (*summative evaluation*).

Hubungan antar kawasan tersebut disajikan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Hubungan antar kawasan (Seels & Richey, 1994, h. 27)

Dari penjelasan kawasan teknologi tersebut, penelitian yang akan dilakukan pada tesis ini masuk kawasan Desain dan Pengembangan. Kawasan desain berkaitan dengan desain pesan media digital dan kawasan pengembangan terkait dengan teknologi berbasis komputer yaitu media digital yang dikembangkan.

c. Desain Pengembangan

Penelitian tentang proses pengembangan media pendidikan masih terus berkembang. Terdapat konvergensi tertentu dalam tahap pengembangan utama produk pendidikan semacam ini. Pengembangan produk media harus mengintegrasikan perhatian pedagogis dan didaktik serta aspek teknis pengembangan. Menurut Costa (2013), pengembangan media harus memiliki setidaknya tahapan-tahapan yaitu tahapan konsepsi, tahapan pengembangan, tahapan uji dan validasi serta tahapan difusi serta eksplorasi.

Pengembangan media merupakan jenis penelitian *Research & Development* (R&D), penelitian pengembangan memiliki berbagai model pengembangan atau dikenal dengan pengembangan instruksional (*Instructional Development*). Pengembangan instruksional merupakan proses kompleks yang saat diterapkan dengan tepat akan mendorong kreativitas selama pengembangan serta menghasilkan pembelajaran yang menarik dan efektif untuk siswa (Gustafson & Branch, 2002). Model pengembangan instruksional menyajikan prinsip-prinsip pedoman guna menganalisis, memproduksi serta merevisi lingkungan belajar.

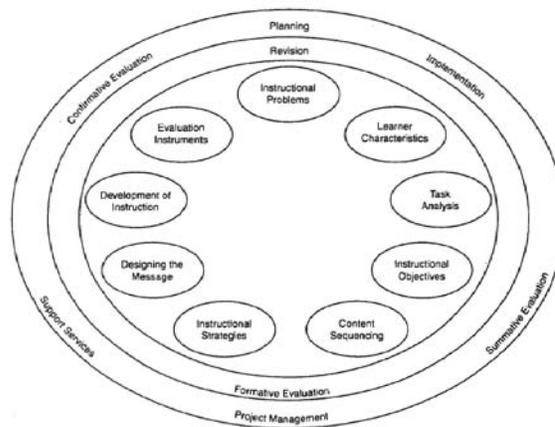
Gustafson & Branch (2002) menyusun sebuah taksonomi untuk mengelompokkan pengembangan intruksional. Berdasarkan taksonomi tersebut, pengembangan instruksional dibagi menjadi 3 kategori yaitu model berorientasi kelas (*classroom-oriented model*), model berorientasi produk (*product-oriented model*) serta model berorientasi sistem (*system-oriented model*). Penempatan model apapun di salah satu kategori berdasar serangkaian argumen yang dibuat, mengenai kondisi di mana pengembangan serta penyampaian instruksi pada yang akan dituju.

1) Model berorientasi kelas (*classroom-oriented model*)

Model berorientasi kelas (*classroom-oriented model*) dapat digunakan oleh guru profesional untuk mengajar dan memahami bahwa siswa memerlukan beberapa bentuk instruksi. Penggunaanya

termasuk guru jenjang sekolah dasar maupun menengah, instruktur sekolah kejuruan, perguruan tinggi, serta fakultas pada universitas.

Contoh model pengembangan berorientasi kelas antara lain ialah model Gerlach dan Ely; Newby, Stepich, Lehman dan Russell; Heinich, Molenda, Russell dan Smaldino; serta Morrison, Ross dan Kemp (Gustafson & Branch, 2002). Langkah-langkah model Morrison, Ross dan Kemp sebagai contoh model berorientasi kelas disajikan pada gambar 2.3 berikut.



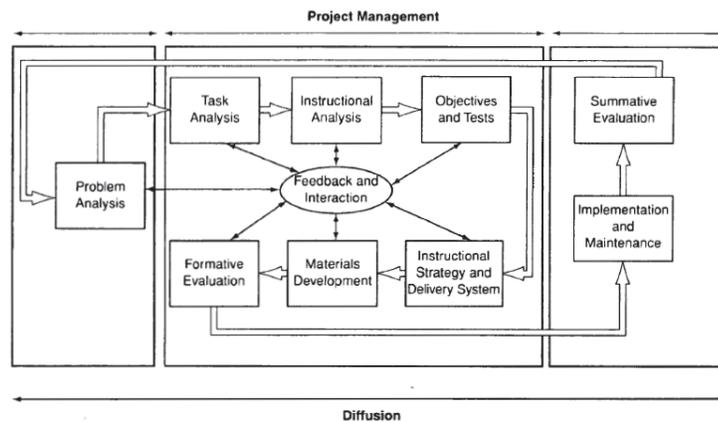
Gambar 2.3 Model Morrison, Ross and Kemp (Gustafson & Branch, 2002, h. 47)

2) Model pengembangan produk (*product-oriented model*)

Model pengembangan produk (*product-oriented model*) membuat asumsi bahwa waktu yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk akan berkisar antara beberapa jam sampai beberapa hari. Model berorientasi produk memiliki berbagai analisis *front-end*, tetapi diyakini bahwa produk tersebut akan canggih secara

teknologi selama produksi. Pengguna dan pengembang mungkin tidak berinteraksi di luar fase pengujian *prototipe*. Meskipun komunikasi awal dan berkelanjutan dengan pengguna dan/atau klien merupakan bagian penting dari berbagai model pembuatan prototipe cepat.

Contoh model pengembangan berorientasi produk diantaranya: Bergman dan Moore; Bates; Nieveen; de Hoog, de Jong dan de Vries; serta Seels dan Glasgow (Gustafson & Branch, 2002). Langkah-langkah model Seels dan Glasgow sebagai contoh model berorientasi produk disajikan pada gambar 2.4 berikut.



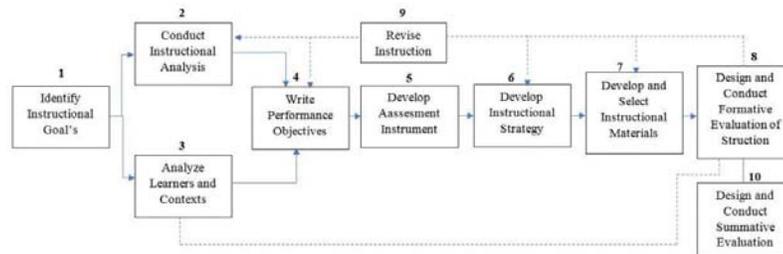
Gambar 2.4 Model Seels and Glasgow (Gustafson & Branch, 2002, h. 62)

3) Model berorientasi sistem (*system-oriented model*)

Model berorientasi system (*system-oriented model*) biasanya mengandaikan bahwa dengan sumber daya yang luas tersedia, sejumlah besar pembelajaran, seperti kursus atau kurikulum yang lengkap, akan dihasilkan. Ada beberapa anggapan tentang apakah

pengembangan produksi asli atau pemilihan bahan akan dilakukan, meskipun pengembangan asli biasanya diperlukan. Ada beberapa anggapan tentang seberapa canggih sistem pengiriman teknologi.

Contoh model pengembangan berorientasi sistem diantaranya: IPISD (*Interservice Procedures for Instructional Systems Development*) oleh Branson; Goodrum dan Schwen; Dorsey; Gentry; Smith dan Ragan; Diamond; serta Dick, Carey and Carey (Gustafson & Branch, 2002). Langkah-langkah model Dick, Carey and Carey dari contoh model berorientasi produk disajikan pada gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Model Dick, Carey and Carey (Dick, Carey & Carey, 2015, h. 1)

Dalam rencana penelitian akan digunakan model pengembangan Dick, Carey & Carey (2015). Model Dick, Carey & Carey menyajikan proses desain dasar yang dimanfaatkan pada banyak bisnis, pemerintahan, industri, dan pengelolaan pelatihan militer, dan pengaruh teknologi kinerja serta penerapan komputer untuk pembelajaran. Langkah model Dick, Carey & Carey lebih

rinci dan bermanfaat selama tahapan analisis dan evaluasi suatu proyek (Gustafson & Branch, 2002).

Model Dick & Carey merupakan model yang banyak digunakan karena pendekatannya yang rinci dan presisi, model ini berfokus terutama pada desain pembelajaran, dengan penekanan pada pendefinisian dan pengukuran (Gagne, Wager, Golas, & Keller, 2005). Model ini mungkin dapat dipertimbangkan sebagai model berorientasi pada produk dibandingkan berorientasi pada sistem bergantung pada ukuran serta ruang lingkup kegiatan pada aktivitas langkah pertama (Gustafson & Branch, 2002). Banyak contoh dan lembar kerja tampaknya diarahkan pada pengembangan produk instruksional tertentu dengan model ini.

d. Multimedia Pembelajaran

1) Pengertian Multimedia

Media ialah kata jamak dari “medium” yang dapat dihubungkan dengan komunikasi. Kata media bersumber pada bahasa latin yaitu medium (antara) yang mengacu pada segala sesuatu yang mengirimkan informasi antara sumber menuju ke penerima (Smaldino, Lowther & Mims, 2019). Dalam pembelajaran, media bertujuan untuk memfasilitasi komunikasi dan pembelajaran. Media didefinisikan sebagai sarana untuk mengkomunikasikan pesan instruksional (Gagne, Briggs & Wager, 1992).

Definisi multimedia merujuk pada kombinasi beberapa ataupun banyak media seperti gambar, suara, teks, video yang bertujuan mengirimkan pesan atau informasi (Surjono, 2017). Pengertian lain diungkapkan oleh Mayer (2009) yang mengungkapkan multimedia merupakan tampilan yang terdiri dari pesan verbal dan gambar yang terkordinasi. Dalam sebuah web dapat ditampilkan data gambar statis atau bergerak, data teks, suara, video, data animasi, dan kombinasi semuanya baik dinamis ataupun statis.

Nation Education Association (NEA) atau Asosiasi Pendidikan Nasional menyampaikan batasan mengenai media yakni bentuk-bentuk komunikasi dalam bentuk cetak ataupun audio visual serta berbagai peralatannya (Batubara, 2021). Media pendidikan merupakan sumber belajar yang dapat berupa benda atau manusia atau peristiwa yang membuat siswa memungkinkan mendapatkan pengetahuan, sikap atau keterampilan.

Media yang dipergunakan untuk pembelajaran dapat dibagi menjadi enam kategori dasar. Kategori media tersebut adalah teks (*text*), suara (*audio*), visual (*visuals*), video (*video*), objek manipulatif (*manipulative object*) dan orang (*people*) (Smaldino, Lowther & Mims, 2019).

a) Teks, media yang paling sering dimanfaatkan. Teks terdiri dari karakter alfanumerik yang disajikan dalam format apapun

contohnya pada papan tulis, poster, buku, layar komputer, dan sebagainya.

- b) Audio, media lain yang umum digunakan pada pembelajaran, melingkupi apapun yang bisa didengar seperti suara seseorang, suara mekanis (mesin pabrik), musik, atau kebisingan. Media audio dapat berbentuk langsung ataupun direkam.
- c) Visual, media yang secara teratur dimanfaatkan untuk memperkenalkan pembelajaran dan termasuk pada gambar pada papan tulis, diagram pada layar komputer, grafik dalam buku, kartun, foto, dan sebagainya.
- d) Video merupakan media visual dan audio yang menyajikan gerakan serta bisa disimpan pada DVD atau *flash drive*, animasi komputer, *streaming* dari internet, dan sebagainya.
- e) Objek manipulatif merupakan objek atau model nyata yang bersifat manipulatif tiga dimensi bisa disentuh serta ditangani siswa. Meskipun sering tidak dianggap sebagai media, namun objek manipulatif sangat membantu pembelajaran. Sekarang populer adanya objek manipulatif digital, yang mewakili objek tiga dimensi serta bisa dimanipulasi secara digital.
- f) Orang. Faktanya, orang berperab penting untuk belajar. Siswa belajar dari guru, orang yang lebih dewasa dan siswa lain.

Terdapat banyak jenis media di tiap kategori, yang dapat ditampilkan sebagai format media (*media format*) yang merupakan

bentuk sebenarnya di mana pesan ditampilkan dan digabungkan. Papan tulis dan buku adalah dua contoh jenis media yang menggabungkan teks dan gambar. Prezi atau Slide PowerPoint juga menggabungkan teks dan visual, seperti halnya CD atau podcast, DVD, dan multimedia komputer (audio, teks, dan video).

Dalam hal pesan yang dapat direkam dan disajikan, masing-masing memiliki kekuatan dan keterbatasan yang unik. Mengingat banyaknya media dan teknologi yang tersedia, keragaman pembelajar, dan berbagai tujuan yang mungkin ingin dikejar, memilih format media dapat menjadi tugas yang menantang.

Dalam konteks masa kini, media pembelajaran berkembang menjadi sebuah media baru yaitu media digital. Media digital merupakan difusi inovasi teknologi terbaru yang mengarahkan perhatian pada koneksi nirkabel, *streaming* dan komputasi awan (*cloud computing*) (Dewdney & Ride, 2014). Karakteristik dasar media digital adalah adanya kecepatan transmisi data, dalam format asinkron (*asynchronous*) dan terdistribusi secara global (Finnemann, 2011).

Media digital saat ini telah memiliki berkembang menjadi berbagai variasi. Salah satu media digital yang saat ini sangat dikenal ialah media digital berbasis website. Media digital berupa website atau situs dapat menampilkan data gambar statis atau bergerak, data teks, suara, data animasi, video maupun kombinasi

semuanya baik dinamis ataupun statis (Ramadannisa & Hartina, 2021). Produk dari rencana penelitian ini ialah media pembelajaran digital berbasis web. Jenis media digital yang berbentuk website, sejatinya merupakan multimedia pembelajaran. Produk pada rancangan penelitian ini ialah web pembelajaran. Web pembelajaran dapat dikelompokkan sebagai multimedia.

2) **Media digital berbentuk Web**

Rancangan produk pada penelitian ini berupa web pembelajaran. Media digital web dipilih karena dapat memfasilitasi berbagai bentuk bahan ajar dan menyatukannya ke dalam satu tempat untuk kemudian dapat diakses dimana saja dan kapan saja dengan koneksi internet oleh siswa.

Perkembangan web saat ini telah memasuki era web 2.0. Situs web yang melampaui halaman web statis sederhana, atau sumber daya Web 1.0, disebut sebagai sumber daya Web 2.0. Sementara situs web Web 1.0 hanya mengizinkan membaca konten pasif, situs web Web 2.0 memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan dan menerbitkan data dan informasi. Salah satu dari banyak contoh sumber daya Web 2.0 yang banyak digunakan adalah YouTube. Contoh lain termasuk Twitter, Facebook, Wikipedia, dan Pinterest. (Smaldino, Lowther & Mims, 2019).

Sebagian besar sumber daya yang digunakan sebagai alat Web 2.0 adalah kreasi sumber terbuka (*open source*), memungkinkan

profesional perangkat lunak dari seluruh dunia untuk berkolaborasi dalam mengembangkan dan memelihara teknologi yang dapat diandalkan namun mutakhir (Smaldino, Lowther & Mims, 2019). Komputasi awan, yang memungkinkan sinkronisasi dan penggunaan file dan program melalui jaringan perangkat, adalah fitur Web 2.0. Sumber daya berbasis cloud menampilkan kemampuan signifikan untuk berbagi file dan informasi dengan orang lain secara online dan dapat diperoleh secara gratis atau dengan biaya yang sangat murah.

Teknologi Web 2.0 masih relevan dan penting hingga saat ini, karena pendidik sering mencari perangkat gratis, berbasis browser, interaktif dan dapat mendorong kreativitas dan berbagi (Bower & Torrington, 2020). Untuk memanfaatkan teknologi Web 2.0, pendidik harus terlebih dahulu memahami jenis teknologi Web 2.0 yang tersedia dan berbagai fiturnya. Hasil penelitian Bower & Torrington (2020) mengidentifikasi 226 teknologi Web 2.0 saat ini yang cocok untuk tujuan pembelajaran dan pengajaran. Analisis tipologis kemudian menghasilkan 40 jenis teknologi Web 2.0 yang disusun menjadi 15 cluster.

Salah satu jenis teknologi web 2.0 ialah situs web yang dibuat secara individual (*individual website creation*) pada kluster alat pembuat situs web (*website creation tools*) (Bower & Torrington, 2020). Alat pembuat situs web individual memungkinkan

pengguna tunggal untuk membuat situs web dari *template* yang dapat disesuaikan melalui *point-and-click interface* (tidak diperlukan pengkodean). Alat ini akan sangat bermanfaat di tangan pengembang atau guru yang ingin membuat konten pendidikan. Salah satu alat pembuat situs web individual ialah Google Sites (<http://sites.google.com>). Pada rancangan penelitian ini dibuat produk media digital berbentuk web dengan bantuan google sites.

Google Sites adalah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membuat situs web (halaman web). Karena Google Sites mudah dikembangkan dan dikelola oleh pengguna biasa, pengguna dapat memanfaatkannya (Harsanto, 2017). Pengguna memiliki kemudahan untuk mendesain situs web sendiri tanpa perlu mempelajari bahasa pemrograman yang rumit. Google site memiliki ragam keunggulan yang diperlukan untuk pengembangan media (Harsanto, 2014). Google sites memiliki tiga fungsi utama (Teeter & Barksdale, 2009) yaitu:

- a) Membuat halaman web dinamis dengan beberapa klik
- b) Membangun wiki untuk pengguna tentang topik apapun yang dibutuhkan. Wiki adalah publikasi online yang dapat diedit atau ditambahkan oleh siapa saja. Wiki merupakan kata bahasa Hawaii yang berarti cepat, dan situs wiki unik karena dapat dibuat, diedit, dan disimpan dengan sangat cepat dari dalam browser Web Anda.

c) Menghasilkan *tools* (alat) berbagi file dinamis dengan cepat

Google Sites merupakan komponen gratis dari Google Apps, bersama dengan Gmail, Kalender, dan Documents. Hal ini menjadi poin lebih dari google site. Pengguna tidak memerlukan keterampilan pemrograman, dan tidak memerlukan perangkat lunak desain Web yang rumit selain browser Web, seperti Chrome, Internet Explorer, atau Firefox (Teeter & Barksdale, 2009). Keamanan situs yang dikembangkan menggunakan google sites juga terjamin karena dilindungi google. Untuk akun Google pribadi, penyimpanan online 100 MB disediakan tanpa biaya (gratis), dan penyimpanan tak terbatas bagi pengguna akun belajar.

Beberapa fitur unggulan yang dapat digunakan di google site (Harsanto, 2017) diantaranya :

- a) *File-Cabinet page template*. Salah satu fitur favorit sebagian besar pengguna untuk menempatkan bahan pelajaran.
- b) *Announcement page templates*. Template ini digunakan untuk membuat pengumuman, update informasi atau tugas.
- c) *Sharing & permissions setting*. Fitur yang memberikan pilihan pada pengguna untuk mengatur webnya agar bersifat publik atau privat.
- d) *Complete compatibility with other products from Google*. Google sites memiliki kompatibilitas terhadap produk google lainnya.

- e) *Themes, Site layout, and page hierarchy*. Fitur tata letak situs membantu mengatur tata letak situs sesuai yang diinginkan. Fitur tema digunakan untuk membuat situs menjadi menarik, fitur Hierarchy membantu membuat desain website menjadi sistematis dan menarik.
- f) *Embed URL*. Fitur ini sangat membantu untuk menautkan link-link tertentu yang dibutuhkan.

Google site telah digunakan dalam penelitian pengembangan berbasis web. Di masa pandemi covid 19, penggunaan google site sebagai media pengelolaan pembelajaran membantu meningkatkan kehadiran dan keaktifan siswa dalam mengikuti pembelajaran (Yuniarto, Widayanti, & Khasanah. 2021). Penelitian lain mengungkapkan bahwa google sites dapat digunakan sebagai media mengajarkan materi kalor dan suhu dengan kategori sangat layak oleh validator ahli media, serta dinyatakan layak oleh validator materi (Ramadannisa & Hartina, 2021).

Google site juga dapat dikombinasikan dengan model pembelajaran lain untuk meningkatkan keterampilan contohnya menggunakan *problem based learning* (PBL) untuk mengasah kemampuan analisis (Said, Denny, & Hidayat, 2022). Selain dipadukan dengan model tertentu, google sites juga dapat dimanfaatkan untuk pengembangan keterampilan abad 21 seperti keterampilan berpikir kritis. Penelitian yang dilakukan Sari &

Kholiq (2022) menunjukkan bahwa google sites yang dibuat dan diberi nama Web-FIST cocok untuk digunakan pada proses pembelajaran serta mampu melatih keterampilan berpikir kritis siswa mengenai gerak parabola.

2. Teori Belajar dan Pembelajaran IPA

a. Teori Belajar

Pemahaman tentang teori belajar diperlukan untuk menciptakan prakarsa pendidikan yang efisien, efektif, dan menarik. Pengertian teori belajar digunakan untuk menciptakan kegiatan belajar yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Teori belajar menjelaskan bagaimana orang belajar dan bagaimana memperoleh pengetahuan baru (Astuti, 2019).

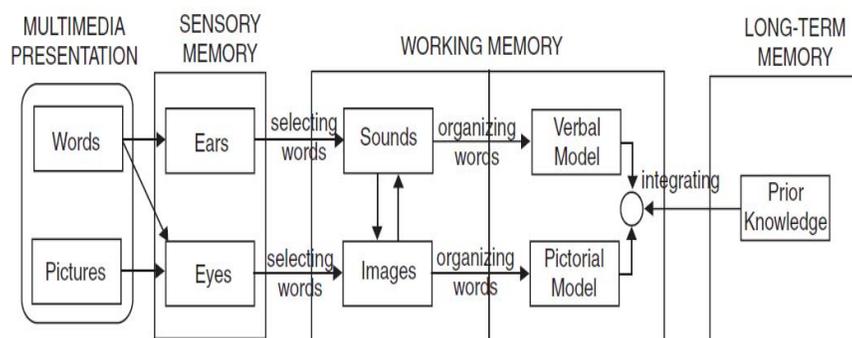
Terdapat beberapa teori belajar yang dikenal. Menurut Astuti (2019), setiap teori pembelajaran memiliki fokus dan pemahaman tertentu tentang bagaimana proses pembelajaran berlangsung. Teori belajar populer dalam psikologi, antara lain:

- 1) Teori belajar Konstruktivisme (Piaget)
- 2) Teori belajar Behaviorisme (J.B. Watson)
- 3) Teori belajar Kognitif (Jean Piaget)
- 4) Teori belajar Humanistik (Abraham Maslow)

Pada rencana penelitian ini akan menggunakan teori kognitif, namun teori kognitif yang dimaksud telah dimodifikasi dengan menyesuaikan multimedia yang dikembangkan sehingga teori yang digunakan adalah

teori kognitif multimedia. Pembelajaran menggunakan multimedia dapat menjadi bermakna seperti dijelaskan dalam teori kognitif multimedia (*cognitive theory of multimedia learning*) (Mayer, 2009).

Teori kognitif multimedia merupakan satu teori belajar kognitif yang dikembangkan oleh Richard Mayer, seorang profesor psikologi di Amerika Serikat. Teori ini merupakan bagian dari teori beban kognitif Sweller (1998), teori ini digunakan untuk menjelaskan bagaimana pembelajaran multimedia bekerja (Surjono, 2017). Prinsip dasar teori Mayer (2009) adalah bahwa memori kerja pendengaran dan visual memiliki sub-komponen bersamaan. Jika kedua elemen ini digunakan bersama untuk pemrosesan informasi, keberhasilan belajar dapat ditingkatkan. Ilustrasi teori kognitif multimedia ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Teori kognitif multimedia pembelajaran. (Mayer, 2009, h. 61)

Mayer melandaskan teorinya pada tiga asumsi dasar yaitu saluran ganda (*dual channels*), kapasitas terbatas (*limited capacity*) SERTA

pemrosesan aktif (*active processing*) (Clark & Mayer, 2016). Asumsi tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1) Saluran ganda (*dual channels*),

Untuk memperoleh informasi melalui penyajian multimedia, manusia memiliki dua saluran berbeda yakni telinga sebagai penerima informasi verbal atau auditori dan mata sebagai penerima informasi visual atau gambar. Kedua saluran ini bisa dipergunakan secara bersamaan guna memaksimalkan kerja memori.

2) Kapasitas terbatas (*limited capacity*)

Di waktu bersamaan, manusia hanya bisa menangkap serta mengolah informasi dalam jumlah terbatas melalui indera atau jenis saluran. Saat informasi yang berlebihan datang pada setiap saluran akan mengakibatkan bertambahnya beban memori kerja manusia. Karena itu, saat menampilkan multimedia dipilih bentuk media yang mampu diterima oleh dua saluran yang ada secara seimbang.

3) Pemrosesan aktif (*active processing*)

Belajar dapat maksimal jika dikerjakan secara aktif saat memilih, mengelola dan mengkombinasikan informasi-informasi baru. Siswa saat belajar memperhatikan serta mengelola informasi baru dan menghubungkannya pada pengalaman yang dimiliki. Hal ini sesuai dengan teori belajar konstruktivisme.

Berdasarkan teori kognitif multimedia pembelajaran, saat siswa belajar suatu materi melalui multimedia yang disajikan maka memori

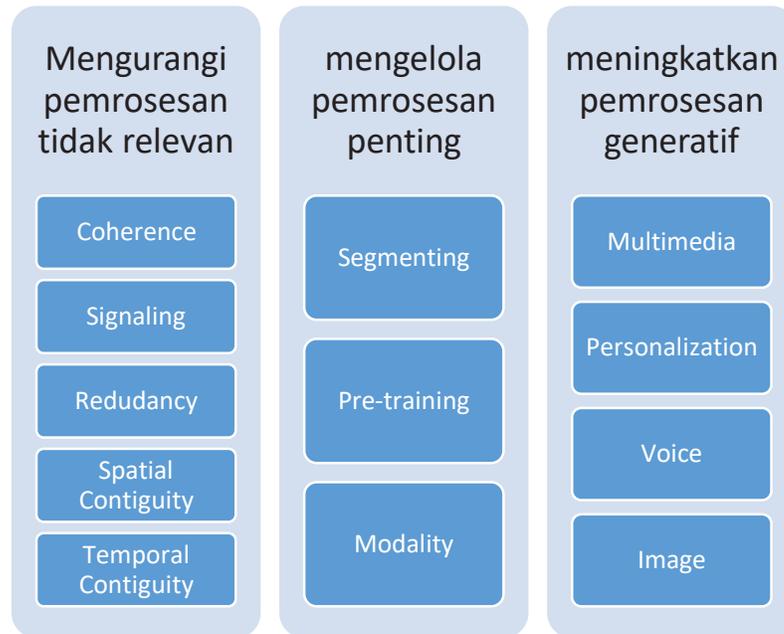
kerja mendapatkan beban kognitif. Beban kognitif ini diperoleh akibat terjadinya tiga proses yaitu pemrosesan penting (*essential processing*), pemrosesan generative (*generative processing*), dan pemrosesan tidak relevan (*extraneous processing*) (Mayer, 2009).

Pemrosesan penting adalah pemrosesan kognitif yang ditujukan untuk secara mental mewakili materi penting dalam memori kerja. Hal ini sesuai dengan tujuan pembelajaran. Aktivasinya mencakup proses pemilihan serta pengeolaan materi informasi baru.

Pemrosesan generatif adalah pemrosesan kognitif yang ditujukan untuk memahami materi dan mencakup pengorganisasian materi yang masuk ke dalam struktur koheren yang menggabungkan pengetahuan sebelumnya. Hal ini berhubungan dengan tujuan pembelajaran. Aktivasinya terdiri dari proses pengelolaan serta pengintegrasian informasi baru berdasarkan pengalaman.

Pemrosesan tidak relevan adalah pemrosesan kognitif selama pembelajaran yang tidak sesuai dengan tujuan instruksional, seperti memperhatikan informasi yang tidak relevan atau mencoba memperbaiki tata letak pelajaran yang membingungkan. Beban kognitif ini harus dihindari karena tidak berhubungan pada tujuan pembelajaran.

Sebagai hasil dari teori kognitif yang telah dikemukakan sebelumnya maka muncul yang namanya prinsip multimedia. Terdapat 12 prinsip multimedia yang terbagi pada masing-masing unsur beban kognitif (Mayer, 2009) yang dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 Prinsip multimedia

Secara ringkas penjelasan untuk masing-masing prinsip (Mayer, 2009) sebagai berikut:

- 1) Prinsip koherensi (*coherence*). Ketika kata-kata asing, gambar, dan bunyi yang tidak sesuai dihilangkan, siswa belajar lebih efektif.
- 2) Prinsip signal (*signaling*). Ketika isyarat diberikan untuk menyoroti konten penting, siswa belajar lebih efektif..
- 3) Prinsip redundansi (*redundancy*). Dibandingkan dengan grafik, narasi, dan teks yang ditampilkan secara terpisah di layar, siswa belajar lebih efektif saat grafik dan narasi digabungkan.
- 4) Prinsip kedekatan spasial (*spatial contiguity*). Ketika teks dan gambar yang relevan ditampilkan pada halaman atau layar di samping satu sama lain daripada berjauhan, siswa belajar lebih baik.

- 5) Prinsip kedekatan temporal (*spatial contiguity*). Ketika kata-kata dan gambar yang tepat diberikan secara bersamaan daripada berurutan, siswa belajar lebih baik.
- 6) Prinsip segmentasi (*segmenting*). Ketika multimedia disediakan dalam segmen-segmen diskrit daripada sebagai blok-blok yang berkesinambungan, siswa belajar lebih efektif.
- 7) Prinsip pra-pelatihan (*pre-training*). Ketika siswa mengetahui nama dan fitur dari konsep kunci, mereka dapat belajar dari multimedia dengan lebih efektif..
- 8) Prinsip modalitas (*modality*). Grafik dan narasi lebih efektif dalam mengajar siswa daripada animasi dan teks di layar..
- 9) Prinsip multimedia (*multimedia*). Kata-kata dan gambar bekerja lebih baik untuk mengajar siswa daripada hanya kata-kata.
- 10) Prinsip personalisasi (*personalization*). Ketika bahasa percakapan digunakan dalam multimedia daripada bahasa formal, siswa belajar lebih efektif.
- 11) Prinsip suara (*voice*). Ketika suara manusia yang ramah daripada suara robot digunakan untuk narasi di multimedia, siswa belajar lebih efektif.
- 12) Prinsip gambar (*image*). Ketika gambar pembicara ditampilkan di layar, siswa kurang merasa perlu belajar melalui multimedia secara efektif.

b. Berpikir kritis dalam Pembelajaran IPA

Kata kritis dan kritik semuanya berasal dari kata Yunani kuno yang sama, *kritikos*, yang berarti memiliki kemampuan menilai, membedakan, atau membuat keputusan. Kata *critic* dalam bahasa Inggris modern merujuk pada seseorang yang bertugas membuat kesimpulan evaluatif. Menjadi kritis pada pengertian tersebut tidak hanya berarti mengungkapkan ketidaksukaan atau mencari kesalahan, namun artinya mengeluarkan pendapat yang tidak memihak dan adil terhadap sesuatu (Butterworth & Thwaites, 2013).

Berpikir kritis adalah menantang sebuah ide dengan melibatkan cara evaluatif dengan mempertimbangkan perspektif yang berbeda dan berpotensi menambah nilai untuk mencapai tingkat pengetahuan baru (Moon, 2007). Berpikir kritis adalah proses tujuan, reflektif penilaian ditujukan pada memutuskan hal yang harus dilakukan atau hal yang harus dipercaya. Bukan negatif maupun sinis, tetapi bijaksana dan berpikiran adil, berpikir kritis sangat penting untuk pembelajaran (Facione & Gitten, 2016).

Literatur tentang berpikir kritis berakar pada dua disiplin akademis utama yaitu filsafat dan psikologi, namun berpikir kritis juga dapat dilihat dari disiplin pendidikan (Lai, 2011). Pembahasan mengenai berpikir kritis akan dilakukan dari sudut pandang disiplin pendidikan. Beberapa ahli telah merumuskan kemampuan berpikir kritis (Lai, 2011) berdasarkan definisi berpikir kritis ialah: Klaim atau bukti; Menganalisis argumen; Membuat kesimpulan dengan penalaran

deduktif dan induktif; Menilai dan mengevaluasi; Memecahkan masalah atau membuat keputusan.

Keterampilan atau perilaku lain yang telah dikaitkan dengan pemikiran kritis termasuk mengklarifikasi pertanyaan dan mendapatkan jawaban yang jelas, mendefinisikan istilah, mengenali asumsi, menafsirkan dan menjelaskan, penalaran secara verbal, khususnya terkait dengan konsep probabilitas dan ketidakpastian, memprediksi, dan melihat kedua sisi dari sebuah situasi (Lai, 2011).

Pada penelitian ini digunakan aspek keterampilan berpikir kritis dari Facione & Gitten (2016) yaitu:

1) Interpretasi (*Interpretation*)

Untuk mengungkapkan makna dan memahami atau signifikansi dari berbagai situasi, pengalaman, data, konvensi, peristiwa, keyakinan, penilaian, prosedur, aturan, atau kriteria. Indikatornya ialah mengkategorikan (*categorize*), decode signifikansi (*decode significance*), dan penjelas makna (*clarify meaning*)

2) Analisis (*Analysis*)

Untuk mengidentifikasi hubungan inferensial yang dimaksudkan serta aktual antara pertanyaan, konsep, pernyataan, bentuk representasi lain atau deskripsi yang dimaksudkan untuk mengungkapkan pengalaman, penilaian, keyakinan, pendapat, informasi atau alasan. Indikatornya ialah memeriksa ide (*examine*

ideas), identifikasi argumen (*identify arguments*) dan identifikasi alasan serta klaim (*identify reasons and claims*).

3) Inferensi (*Inference*)

Untuk mengamankan elemen dan mengidentifikasi yang diperlukan untuk penarikan kesimpulan yang masuk akal; untuk pertimbangan informasi yang relevan; untuk membuat dugaan dan hipotesis dan untuk mengurangi konsekuensi yang mengalir dari pernyataan, bukti, data, prinsip, keyakinan, penilaian, deskripsi, pendapat, pertanyaan, konsep, atau bentuk representasi lain. Indikatornya ialah bukti permintaan (*query evidence*), alternatif dugaan (*conjecture alternatives*) dan menarik kesimpulan menggunakan penalaran deduktif atau induktif (*draw conclusions using inductive or deductive reasoning*).

4) Evaluasi (*Evaluation*)

Untuk menilai representasi lain atau kredibilitas pernyataan yang merupakan deskripsi dari pengalaman, persepsi, keyakinan, penilaian, situasi, atau pendapat seseorang; dan untuk menilai kekuatan logis dari koneksi inferensial aktual atau yang dimaksudkan antara pertanyaan, deskripsi, pernyataan, atau bentuk representasi lain. Indikatornya ialah menilai kualitas argumen yang dibuat menggunakan penalaran deduktif atau induktif (*assess quality of arguments that were made using deductive or inductive*

reasoning) dan menilai kredibilitas klaim (*assess credibility of claims*).

5) Menjelaskan (*Explanation*)

Untuk membenarkan serta menyatakan penalaran pada hal pertimbangan pembuktian, metodologis, konseptual, kriteriologis, dan kontekstual yang jadi landasan hasil seseorang; dan penyajian alasan seseorang melalui bentuk argumen yang meyakinkan. Indikatornya ialah menyatakan hasil (*state results*), membenarkan prosedur (*justify procedures*) dan menyajikan argument (*present arguments*).

6) Regulasi Diri (*Self-regulation*)

Kesadaran diri untuk memantau aktivitas kognitif, unsur-unsur yang dimanfaatkan pada aktivitas tersebut, serta hasilnya, terutama melalui penerapan keterampilan dalam analisis dan evaluasi yang bertujuan untuk penilaian inferensial melalui pandangan ke arah mempertanyakan, memvalidasi, mengkonfirmasi, atau mengoreksi satu diantara penalaran atau hasil seseorang. Indikatornya ialah memonitor diri (*self-monitor*) dan mengoreksi diri (*self-correct*).

c. Pendekatan STEM

1) Konsep Pendekatan STEM

STEM adalah singkatan dari disiplin ilmu *Science, Technology, Engineering and Mathematic*. STEM diterapkan dan diajarkan baik melalui tradisional dan disiplin tertentu atau melalui

pendekatan multidisiplin yang integratif dan saling berhubungan (Siekmann, 2016). Pendekatan STEM berfokus pada hasil dan bertujuan untuk memecahkan tantangan dunia nyata.

Pada saat tahun 1990-an, *National Science Foundation* (NSF) memperkenalkan akronim “SMET” sebagai singkatan untuk “Sains, Matematika, Teknik, dan Teknologi.” Namun istilah ini mulai diubah dikarenakan kata “SMET” terdengar seperti “smut”, kemudian akronim “STEM” lahir. Di tahun 2003, istilah ini relatif sedikit yang mengetahui (Sanders, 2008).

NSF (2014) telah memberikan definisi dan peran untuk masing-masing disiplin STEM yaitu:

- a) Sains merupakan studi mengenai alam, termasuk hukum alam yang berkaitan dengan kimia, fisika, serta biologi dan perlakuan atau penerapan konsep, prinsip, fakta, atau konvensi yang berkaitan dengan disiplin ilmu ini. Pengetahuan dari sains menginformasikan proses desain rekayasa.
- b) Teknologi, terdiri dari keseluruhan sistem orang dan organisasi, proses, pengetahuan, dan perangkat yang dimanfaatkan untuk membuat serta mengoperasikan peralatan teknologi, dan peralatan. Sebagian besar teknologi modern merupakan produk sains dan teknik, serta alat-alat teknologi digunakan di kedua bidang tersebut.

- c) Teknik merupakan kumpulan pengetahuan mengenai desain dan penciptaan produk buatan manusia dan proses pemecahan masalah. Teknik menggunakan konsep pada sains dan matematika serta alat-alat teknologi.
- d) Matematika merupakan ilmu yang mempelajari pola serta hubungan antara bilangan, besaran, serta ruang. Tidak seperti ilmu sains, ketika pencarian bukti empiris untuk menjamin atau menggulingkan klaim diperlukan, klaim pada matematika dijamin melalui argumen logis yang didasarkan asumsi dasar.

Para ahli memiliki perbedaan mengenai definisi pendidikan STEM (*STEM education*). Brown, Brown, Reardon, & Merrill (2011) mendefinisikan STEM sebagai sebuah meta-disiplin berbasis standar yang berada di tingkat sekolah di mana semua guru, terutama guru sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM). Siekmann (2016) mendefinisikan STEM sebagai pendekatan yang dapat bersifat multidisiplin (*multidisciplinary*), saling berhubungan (*interconnected*) dan integratif (*integrative*) antar disiplin ilmunya. Sanders (2008) memberikan definisi bahwa STEM merupakan pendekatan yang mengeksplorasi pengajaran dan pembelajaran antara/di antara dua atau lebih bidang STEM. Dari definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa STEM merupakan sebuah pendekatan pembelajaran yang dapat memadukan dua atau

lebih komponen-komponennya baik bersifat multidisiplin, saling berhubungan atau integratif.

Beberapa negara telah mulai melaksanakan pembelajaran STEM diantaranya Amerika Serikat (*Committee on STEM Education*, 2013), Eropa dan Australia (*Education Council*, 2015). Penelitian-penelitian mengenai pembelajaran yang menggunakan pendekatan STEM di Indonesia juga telah dimulai sejak beberapa tahun terakhir (Winarni, Zubaidah & Supriyono, 2016). STEM memberikan kesempatan pada siswa untuk menjadi inovator (*innovator*), pemikir logis (*logical thinkers*), penemu (*inventors*), mandiri (*self-reliant*) dan pemecah masalah yang baik (*better problem solvers*) (Morrison, 2006; Rahardhian, 2019).

Kurikulum 2013 dikembangkan dengan penyempurnaan pola pikir salah satunya ialah penguatan pola pembelajaran ilmu pengetahuan jamak (*multidisciplines*) (Permendikbud No. 35, 2018). Pendekatan STEM merupakan pendekatan yang mengusung semangat ilmu pengetahuan jamak (*multidisciplines*) sehingga relevan untuk diimplementasikan ke dalam kurikulum 2013.

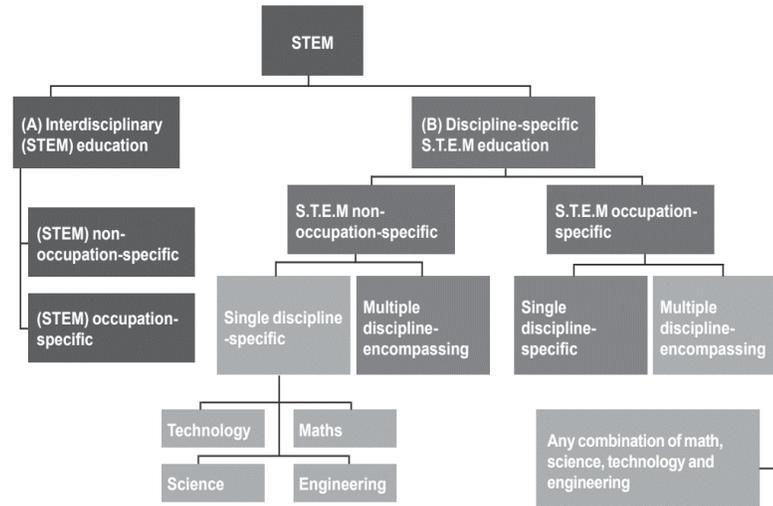
Pendidikan STEM penting bagi semua orang dan vital bagi masa depan setiap negara. Negara membutuhkan lulusan STEM yang cukup berkualitas untuk memenuhi kebutuhan ekonomi dan untuk bersaing secara global, terutama karena tenaga kerja menjadi lebih didorong oleh teknologi (Kanematsu & Barry, 2016). Oleh

karena itu, penting untuk memperkenalkan siswa pada topik STEM dan memotivasinya.

Keuntungan pendidikan STEM terintegrasi (Lowrie, Downes, & Leonard, 2017) meliputi:

- a) Peningkatan minat siswa dalam STEM dan karir terkait STEM, Meningkatnya minat pada STEM juga dapat meningkatkan motivasi dan minat siswa untuk melanjutkan pendidikan STEM
- b) Siswa mampu melihat dan memahami keterkaitan antar bidang disiplin, daripada melihat setiap bidang disiplin secara individual dan terpisah satu sama lain.
- c) Siswa dapat melihat bagaimana STEM diterapkan di dunia, yang menambah makna pada apa yang diajarkan di kelas. Mereka memiliki pemahaman yang lebih besar tentang masalah dunia nyata dan bagaimana menyelesaikannya.
- d) Siswa dapat memahami bagaimana pengetahuan di setiap disiplin ilmu digabungkan dalam karir yang berbeda.

Dalam perkembangannya pendidikan STEM menyesuaikan pada masing-masing negara pengadopsi STEM dengan menyesuaikan terhadap kurikulum. Klasifikasi pendidikan STEM (Siekman, 2016) dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Klasifikasi pendidikan STEM (Siekmann, 2016, h. 7)

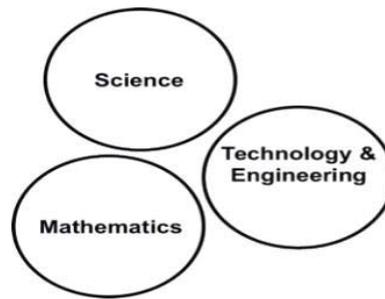
Melihat kurikulum 2013, sebagai kurikulum yang diterapkan di Indonesia maka klasifikasi pendidikan STEM yang memungkinkan adalah pada bagian *single discipline-specific*. Hal ini dikarenakan system kurikulum yang hanya memuat sains dan matematika menjadi mata pelajaran, sedangkan teknologi dan teknik lebih ke arah pendidikan vokasional.

Pendidikan STEM memiliki tiga pendekatan yang dapat dipraktikan. Perbedaan masing-masing pendekatan terletak pada tingkat konten STEM yang digunakan. Ketiga pendekatan tersebut adalah *silo*, *embedded*, and *integrated* (Roberts & Cantu, 2012).

a) Pendekatan Silo (*The Silo Approach*)

Pendekatan silo (terpisah) mengacu pada instruksi yang terisolasi dalam setiap subjek STEM. Penekanan pada pendekatan ini adalah akusisi pengetahuan. Studi yang

terkonsentrasi pada setiap subjek memungkinkan pemahaman yang mendalam. Instruksi silo dicirikan oleh kelas yang digerakan oleh guru. Siswa diberikan sedikit kesempatan untuk belajar sambil melakukan melainkan siswa diajarkan apa yang harus diketahui. Pendekatan silo baik untuk meningkatkan pengetahuan yang berhubungan dengan penilaian. Gambar 2.9 menggambarkan pendekatan silo untuk pendidikan STEM.



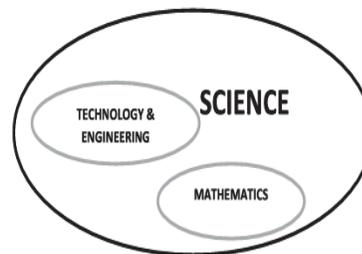
Gambar 2.9 Pendekatan silo untuk pendidikan STEM. Setiap lingkaran mewakili disiplin STEM. Disiplin diajarkan secara terpisah yang menjaga pengetahuan domain dalam batas-batas disiplin (Roberts & Cantu, 2012, h. 112).

Pendekatan silo memiliki kelemahan diantaranya mendorong siswa untuk mempertahankan persepsi terpisah pada subjek STEM. Tanpa latihan, siswa mungkin gagal memahami integrasi antara STEM di dunia nyata. Kelemahan lainnya ialah memungkinkan siswa menjadi tidak tertarik pada salah satu subjek STEM.

b) Pendekatan Tertanam (*The Embedded Approach*)

Pendekatan tertanam secara luas didefinisikan sebagai pendekatan pendidikan STEM dimana pengetahuan domain diperoleh melalui penekanan pada situasi nyata dan teknik pemecahan masalah dalam konteks sosial, budaya dan fungsional. Dalam pendekatan tertanam, salah satu subjek STEM lebih diutamakan sehingga integritas dari subjek dapat dipertahankan. Materi utama akan dihubungkan dengan materi yang tidak diutamakan atau materi tertanam. Bidang yang tidak diutamakan tersebut tidak akan dinilai atau dievaluasi.

Gambar 2.10 menggambarkan pendekatan tertanam.

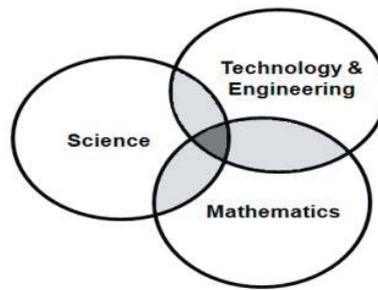


Gambar 2.10 Pendekatan tertanam untuk pendidikan STEM. Materi bidang teknologi dan teknik serta matematika tertanam pada sains (Winarni, Zubaidah & Supriyono, 2016)

Kelemahan pendekatan tertanam ialah menjadikan pembelajaran terpotong-potong. Bila siswa tidak dapat mengaitkan subjek tertanam dengan subjek lain, maka siswa berisiko belajar sebagian dari pelajaran tanpa mendapatkan manfaat pelajaran keseluruhan. Penting untuk memastikan siswa berada pada tingkat yang sesuai dengan subjek tertanam.

c) Pendekatan Terpadu (*The Integrated Approach*)

Pendekatan terpadu pada pendidikan STEM menghapus dinding-dinding pemisah antara masing-masing subjek STEM. Pada pendekatan terpadu STEM diajarkan sebagai satu pelajaran. Pendekatan terpadu adalah pendekatan yang terbaik untuk pembelajaran STEM. Gambar 2.11 menggambarkan pendekatan tertanam untuk pendidikan STEM.



Gambar 2.11 Pendekatan integrasi pendidikan STEM. Area konten STEM diajarkan dalam satu mata pelajaran. Integrasi dapat dilakukan dengan minimal dua disiplin ilmu tetapi tidak terbatas pada dua disiplin ilmu. Garis menunjukkan berbagai pilihan di mana integrasi dapat dicapai (Roberts & Cantu, 2012, h. 114).

STEM melibatkan interdisipliner integrasi kurikulum, yang selalu menjadi tantangan bagi sekolah dan guru untuk diterapkan, mengingat bahwa sekolah dioperasikan berdasarkan pengajaran mata pelajaran tunggal. Di Indonesia hanya subjek sains dan matematika yang menjadi bagian dari kurikulum 2013, sementara subjek teknologi dan teknik hanya bagian kecil dalam kurikulum. Oleh karena itu pendidikan STEM menjadi berfokus pada sains dan matematika.

Salah satu pola integrasi yang mungkin dilaksanakan tanpa merestrukturisasi kurikulum yang digunakan adalah dengan pendekatan terpadu (*integrated*) yang dilakukan pada jenjang sekolah dasar, dan pendekatan terpadu (*embedded*) pada jenjang sekolah menengah (Winarni, Zubaidah & Supriyono, 2016). Pada rancangan penelitian ini akan digunakan pendekatan terpadu (*embedded*) pendidikan STEM.

2) Model Pembelajaran pada Pendekatan STEM

Untuk merealisasikan pembelajaran STEM di kelas maka perlu menggunakan model pembelajaran yang sesuai agar pembelajaran menjadi tepat sasaran. Ada berbagai model pembelajaran yang dapat digunakan dalam pembelajaran STEM. Model yang dapat digunakan diantaranya *Project Based Learning* (PjBL), *Problem Based Learning* (PBL), *Engineering Design Process* (EDP) dan *Learning Cycle 5E* (Rahardhian, 2019).

Pada rancangan penelitian ini, model yang diambil untuk pengembangan media digital STEM ialah Model *learning cycle 5E*. Model ini dipilih karena memungkinkan diaplikasikan pada menu media digital dan dapat diaplikasikan juga pada implementasi media digital STEM pada pembelajaran. Kelima tahapan tersebut adalah *Engage* (melibatkan), *Explore*

(menjelajahi), *Explain* (menjelaskan), *Elaborate* (menguraikan dan *Evaluate* (mengevaluasi) (Bybee, 2019).

a) *Engage*

Siswa disajikan situasi berbasis tempat atau berbasis masalah yang mendorong rasa ingin tahu dan memunculkan pengetahuan terkini tentang disiplin STEM. Situasi harus membuat hubungan antara pengalaman belajar masa lalu dan sekarang, memaparkan ide-ide terkini tentang disiplin STEM, dan mengatur pemikiran siswa terhadap hasil belajar.

b) *Explore*

Pengalaman eksplorasi memberikan siswa dasar umum kegiatan di mana guru dapat mengidentifikasi pengetahuan saat ini, proses, dan keterampilan relatif terhadap disiplin STEM. Pengalaman ini juga berfungsi sebagai penilaian formatif dari pengetahuan siswa saat ini. Peserta didik dapat menyelesaikan kegiatan yang membantu mereka menggunakan pengetahuan sebelumnya untuk menghasilkan ide-ide baru, mengeksplorasi pertanyaan, dan merancang dan melakukan penyelidikan tentang masalah yang disajikan.

c) *Explain*

Fase penjelasan memfokuskan perhatian siswa pada aspek-aspek tertentu dari pengalaman keterlibatan dan eksplorasi siswa dan memberikan kesempatan untuk

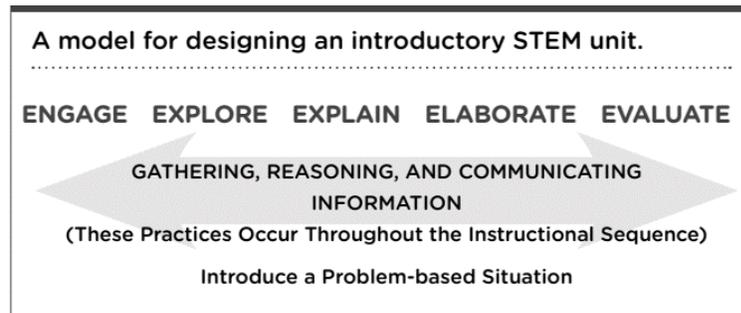
menunjukkan pemahaman dan keterampilan relatif terhadap disiplin STEM. Pada fase ini, siswa membangun makna dari pengalaman mereka di fase sebelumnya dan guru secara memberikan klarifikasi konsep, praktik, atau keterampilan relatif terhadap disiplin STEM. Pertanyaan lanjut dari guru atau sumber lain dapat memandu peserta didik menuju pemahaman yang lebih dalam tentang disiplin STEM, yang merupakan bagian penting dari fase ini.

d) Elaborate

Kegiatan menantang dan memperluas pemahaman dan keterampilan siswa. Melalui pengalaman tambahan, siswa mengembangkan pemahaman yang lebih dalam dan lebih luas, lebih banyak informasi, dan keterampilan yang memadai. Siswa menerapkan pemahaman mereka tentang konsep dan kemampuan disiplin STEM dengan kegiatan tambahan, penyelidikan, atau masalah.

e) Evaluate

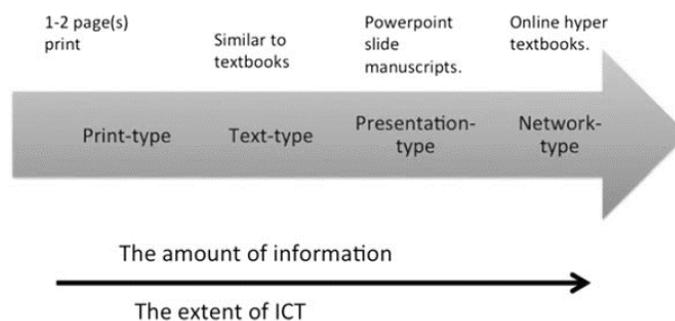
Fase evaluasi mendorong siswa untuk menilai pemahaman dan kemampuan mereka dan memungkinkan guru untuk mengevaluasi kemajuan siswa menuju pencapaian disiplin STEM.



Gambar 2.12 Model learning cycle 5E untuk pendekatan STEM (Bybee, 2019, h. 9)

3) Hubungan STEM dengan Media Pembelajaran

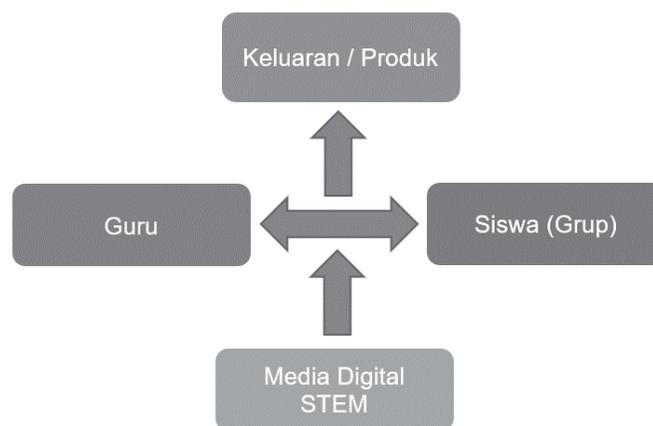
Salah satu hambatan dalam pembelajaran menggunakan pendekatan STEM ialah bahan ajar (Chai, Rahmawati, & Jong, 2020). Bahan ajar yang dimaksud berupa media yang dapat dimanfaatkan untuk memperkaya pengetahuan dan memfasilitasi pembelajaran. Salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan ialah internet. Internet adalah alat pendidikan yang kuat untuk STEM pendidikan untuk masa kini dan masa depan (Kanematsu & Barry, 2016). Gambar 2.13 menunjukkan *trend* bahan ajar pada pembelajaran STEM.



Gambar 2.13 Trend bahan ajar pada pembelajaran STEM (Kanematsu & Barry, 2016, h. 52)

Pendidikan STEM dapat meningkatkan kemandirian siswa. Siswa harus belajar sesuatu atas inisiatif mereka sendiri. Oleh karena itu, media ICT seperti internet akan mendapatkan kesempatan untuk mewujudkan hal tersebut. Satu faktor lagi harus disebutkan bahwa biasanya STEM dapat membuat siswa menikmati proyek sekolah dan mempelajari sesuatu dengan cara yang menarik. Itu adalah salah satu faktor yang sangat penting untuk STEM. Untungnya, fasilitas dan sistem TIK dapat memberikan kesenangan dan relaksasi bagi siswa (Kanematsu & Barry, 2016).

Dari uraian yang telah dikemukakan, maka media STEM yang akan dikembangkan berupa media berbasis web dan memanfaatkan internet. Peran media dapat diperlihatkan pada gambar 2.14.



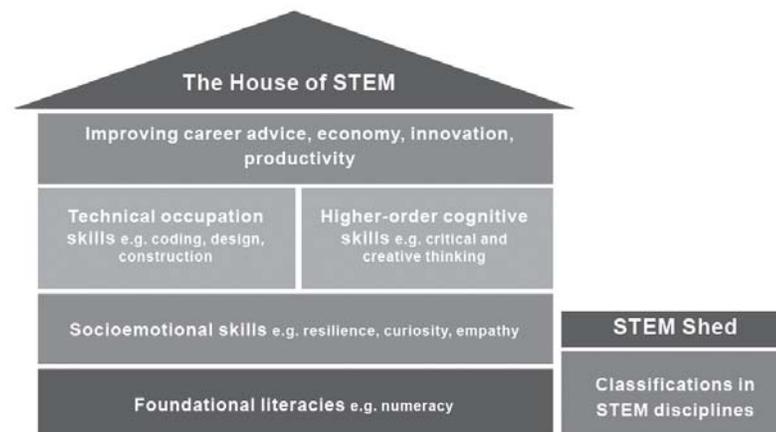
Gambar 2.14 Peran media yang dikembangkan dalam pembelajaran

4) Hubungan STEM dengan kemampuan berpikir kritis

Pendekatan *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) dapat meningkatkan keterampilan berpikir

kritis siswa (Siregar, Rachmadtullah, Pohan, & Zulela, 2019; Hacıoğlu & Gülhan, 2021). Pendidikan dan pelatihan STEM membangun hubungan antara empat disiplin ilmu dengan tujuan memperluas kemampuan masyarakat dengan mendukung pendidikan teknis dan ilmiah dengan penekanan kuat pada keterampilan berpikir kritis dan kreatif (Siekmann, 2016).

Kegiatan dalam kelas bertema STEM bertujuan mengembangkan keterampilan hidup dan profesionalisme (misalnya, keterampilan berbicara di depan umum, berpikir kritis, dan kerja tim) (Brown & Rubinson, 2017). Pendidikan STEM akan menaungi atau membangun keterampilan diri yang dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Dekonstruksi konsep STEM (Siekmann, 2016, h. 5)

Dalam analogi rumah STEM (*The House of STEM*) pada gambar 2.15, STEM didasarkan pada dasar keterampilan yang dibutuhkan untuk kehidupan sehari-hari, seperti literasi dan

berhitung. Untuk berhasil di semua tingkat pendidikan dan pekerjaan, rasa keagenan dan efikasi diri didukung oleh keterampilan sosioemosional, seperti rasa ingin tahu dan ketahanan.

Ruang selanjutnya secara terpisah ditempati oleh keterampilan kognitif tingkat lanjut, seperti pemikiran kritis dan kreatif dan keterampilan teknis, pekerjaan atau disiplin terkait. Gudang STEM (*STEM Shed*) mewakili alat yang dapat digunakan untuk membantu mengkategorikan dan mengukur keterampilan dan hasil melalui bidang pendidikan, pekerjaan, atau industri.

d. Hukum Archimedes

1) Prinsip Hukum Archimedes

Archimedes merupakan ahli matematika, astronom, filsuf, fisikawan, dan insinyur kelahiran Yunani yang hidup dari 287-212 SM. Raja Hieron II suatu hari memintanya untuk menunjukkan bahwa mahkotanya sebenarnya terbuat dari emas murni. Karena dia tidak dapat menghitung volume mahkota, Archimedes merasa kesulitan untuk memastikan massa jenis mahkota.

Archimedes menyaksikan air tumpah dari bak sampai saat ia masuk kedalam bak. Archimedes langsung berkata, "*Eureka, eureka!*" Ketika air tumpah keluar dari bak mandi, Archimedes menemukan bahwa volume benda yang mendorong air keluar sama dengan volume air yang tumpah. Penemuan ini memungkinkan

Archimedes untuk menunjukkan bahwa mahkota Raja tidak seluruhnya terbuat dari emas murni melainkan terbuat dari campuran perak (Kemdikbud, 2017).

Archimedes mempelajari fenomena ini yang kemudian hasilnya dinyatakan sebagai hukum Archimedes yaitu: “Jika benda dicelupkan ke dalam zat cair, maka benda itu akan mendapat gaya ke atas yang sama besar dengan berat zat cair yang didesak oleh benda tersebut”.

Archimedes berpendapat bahwa benda menjadi lebih ringan saat ditimbang dalam air daripada saat di udara diakibatkan karena di dalam air, benda memperoleh gaya ke atas. saat di udara, benda mempunyai berat mendekati yang sebenarnya. Berat zat cair yang dipindahkan atau didesak benda tersebut ialah:

$$w_{cp} = m_{cp} \times g \text{ dan } m_{cp} = \rho_{cp} \times V_{cp}$$

sehingga berat air yang dipindahkan oleh benda ialah:

$$w_{cp} = \rho_c \times g \times V_{cp}$$

menurut hukum Archimedes, besarnya gaya ke atas ialah:

$$F_a = \rho_c \times g \times V_{cp}$$

dengan:

F_a = Gaya apung (N)

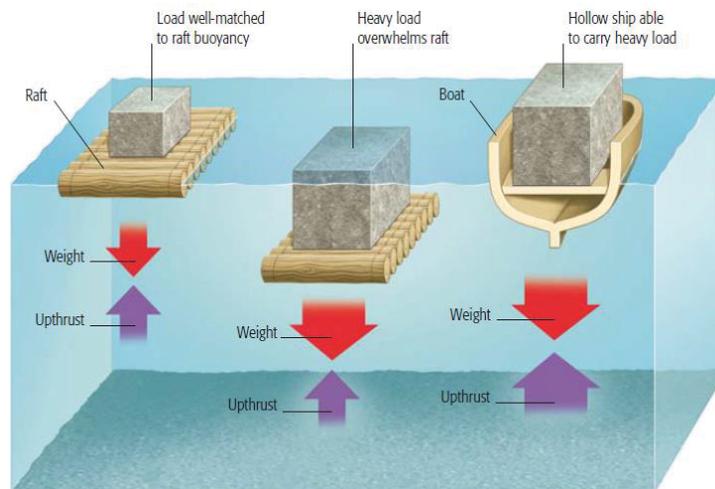
ρ_c = Massa jenis zat cair (kg/m^3)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

V_{cp} = Volume zat cair yang dipindahkan (m^3)

2) Terapung, Tenggelam dan Melayang

Apakah benda mengapung atau tenggelam dalam air selalu penting bagi orang-orang yang tinggal di dekat sungai, danau, dan laut. Penemu Yunani kuno Archimedes mungkin adalah orang pertama yang menempatkan daya apung pada pijakan matematis, dan pembuat kapal telah memanfaatkan ide-idenya untuk memanipulasi daya apung sejak itu. Benda dikatakan apung jika beratnya (termasuk udara yang dikandungnya) sama atau lebih kecil dari air yang dipindahkan. Perancang kapal dapat menghitung jenis dan ukuran kapal yang dibutuhkan untuk membawa beban berat sambil tetap mengapung (Hart & Davis, 2009).

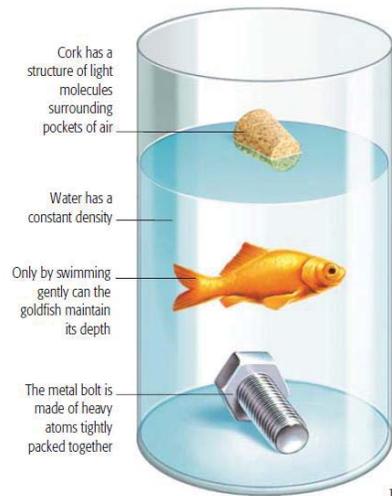


Gambar 2.16 Ilustrasi terapung dan tenggelam (Hart & Davis, 2009, h. 46)

Pada sebuah rakit apung, rakit kayu dapat membawa beban kecil asalkan gaya dorong ke atas lebih besar dari berat gabungan rakit dan beban. Sebuah rakit tenggelam dengan beban yang lebih

berat saat berat gabungan lebih besar daripada gaya dorong ke atas, air mengalir ke samping dan rakit tenggelam. Kapal dapat terapung karena perahu memiliki ruang kosong ditengah sehingga memindahkan lebih banyak air daripada rakit, dan gaya dorong ke atas yang lebih besar dapat menopang beban yang lebih berat.

Air tidak dapat dimampatkan, jadi massa jenis air tawar adalah sama di semua kedalaman. Benda yang massa jenisnya lebih kecil daripada air akan mengapung, sedangkan benda yang mempunyai massa jenisnya lebih besar akan tenggelam. Air laut lebih besar massa jenisnya dari air tawar karena mengandung garam.



Gambar 2.17 Ilustrasi terapung, melayang dan tenggelam (Hart & Davis, 2009, h. 46)

3) Teknologi yang bekerja berdasarkan hukum Archimedes

Pembuatan kapal atau kapal selam dilakukan berdasarkan hukum Archimedes. Terapung atau tenggelamnya suatu benda

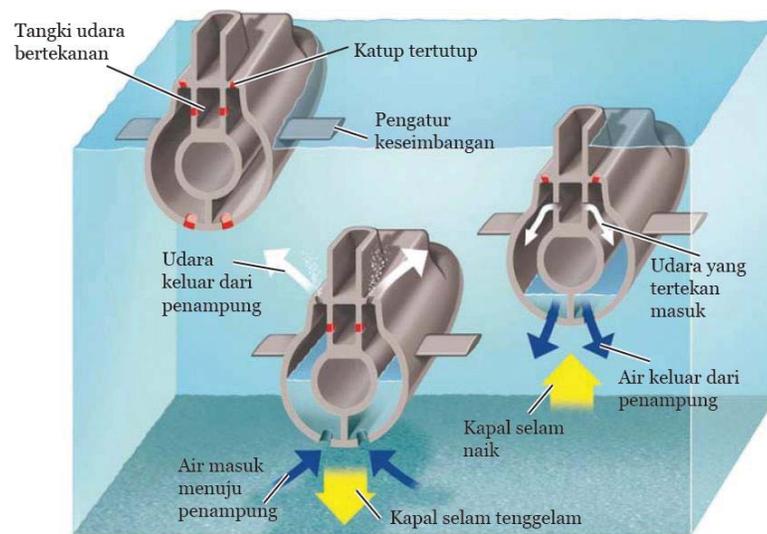
dipengaruhi oleh besarnya gaya apung (F_a) dan gaya berat (w). Benda akan terapung jika gaya apung maksimum lebih besar dari beratnya. Sebaliknya, jika gaya apung maksimal benda kurang dari beratnya, benda akan tenggelam. Benda akan terapung jika gaya apung maksimalnya sama dengan beratnya. Gaya apung yang akan dialami suatu benda jika seluruh permukaannya terendam dalam cairan adalah gaya apung maksimumnya (Kemdikbud, 2017).

Massa jenis (kerapatan) hampir semua jenis logam lebih besar dibandingkan dengan massa jenis air. Kapal dapat mengapung karena saat kapal ditempatkan secara vertikal di lautan, kapal dapat memindahkan cukup banyak air laut sehingga menimbulkan gaya ke atas yang setara dengan beratnya sendiri (Kemdikbud, 2017). Perancang kapal dapat menghitung jenis dan ukuran kapal yang dibutuhkan untuk membawa beban berat sambil tetap mengapung.



Gambar 2.18 Struktur kapal laut (Kemdikbud, 2017, h. 14)

Kapal selam kapal selam dapat mengapung dan tenggelam. Hal ini disebabkan karena berat kapal selam dapat diubah dengan menambahkan atau mengeluarkan air dari reservoirnya. Air laut dipompa ke reservoir di lambung kapal selam saat hendak tenggelam. Ketika seluruh berat kapal selam melebihi gaya ke atas, kapal selam akan tenggelam (Kemdikbud, 2017).



Gambar 2.19 Mekanisme pengeluaran dan pemasukan air dalam kapal selam (Kemdikbud, 2017, h. 15)

Pada kedalaman tertentu, air di badan kapal selam sekali lagi ditarik dari reservoir untuk mencegah tenggelam lebih lanjut. Ini dilakukan untuk menyeimbangkan berat kapal selam secara keseluruhan dengan gaya ke atas. Kapal selam akan melayang di air sebagai akibatnya. Air dari reservoir di lambung kapal dikosongkan saat kapal selam akan mengapung sehingga berat

kapal selam secara keseluruhan kurang dari gaya tarik ke atas, sehingga kapal selam bisa mengapung. (Kemdikbud, 2017).

B. Kerangka Berpikir

Pada pembelajaran saat ini peningkatan hasil belajar bukan satu-satunya hal yang menjadi fokus utama, Pembelajaran saat ini perlu juga memperhatikan hal-hal lain yang penting bagi siswa, salah satunya ialah pengembangan keterampilan berpikir kritis (*critical thinking skill*). Penguasaan kemampuan tersebut menjadi penting karena berkaitan dengan kecakapan abad 21.

Dalam pelaksanaan kurikulum 2013 dituntut agar dapat menyelenggarakan pembelajaran kritis dan bersifat multidisiplin. Hal ini bisa terealisasi dengan menggunakan pendekatan STEM yang sudah guru berikan pada siswa. Temuan dilapangan juga menunjukkan bahwa siswa mempunyai minat pembelajaran STEM yang tinggi.

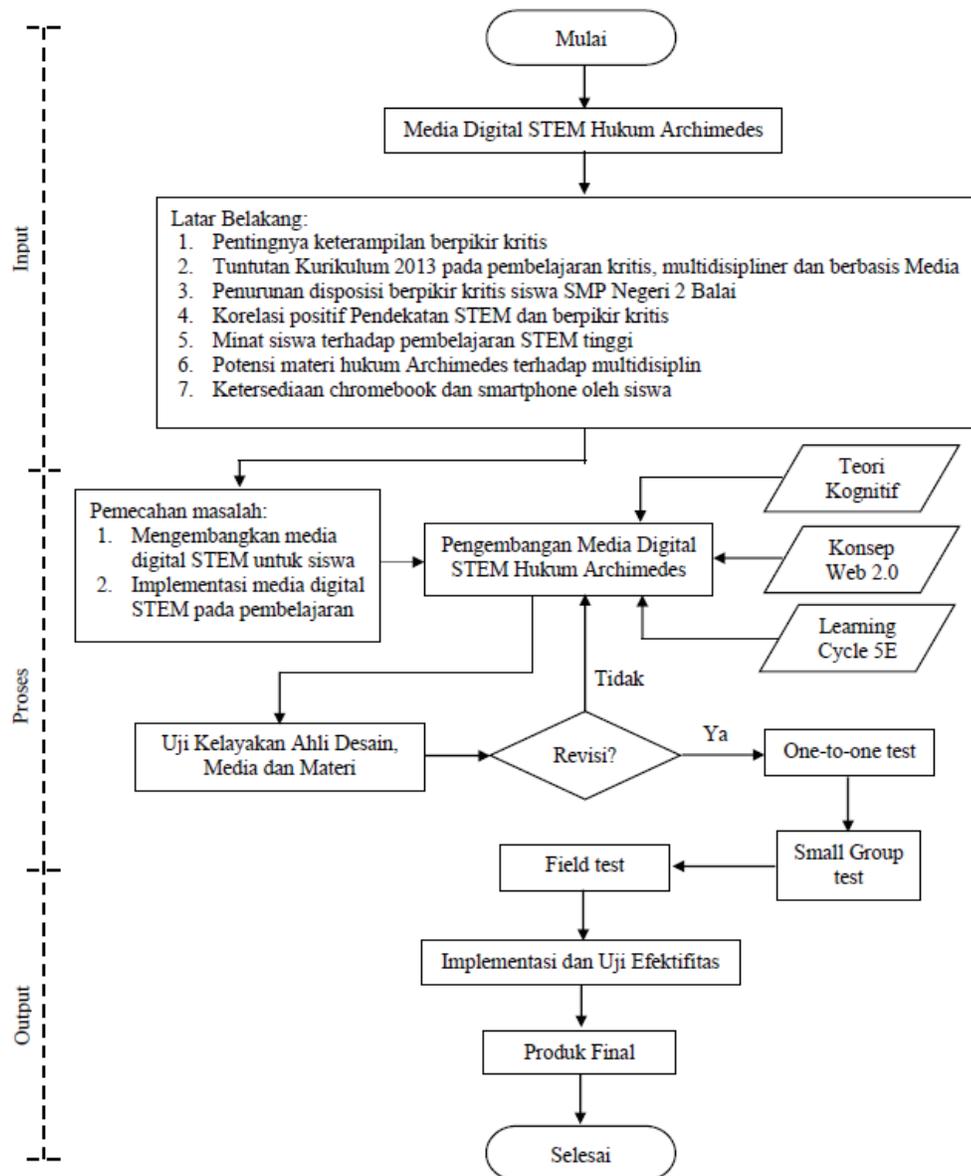
STEM terbukti dapat mengembangkan keterampilan berpikir siswa. Problematika utama dalam pelaksanaan pembelajaran STEM adalah kurangnya media pendukung yang terintegrasi dan ini akan membuka *plot hole* pada pembelajaran karena kurang lengkapnya informasi yang disajikan.

Untuk mensiasati hal ini, maka diperlukan pengembangan media belajar yang bisa memfasilitasi konten keilmuan berkaitan dengan STEM. Hal ini termasuk baru sebab belum banyak yang mengembangkan konten materi STEM dan ini menjadi kebaharuan dalam penelitian ini. Terlebih lagi konten yang disajikan dalam bentuk digital berrbentuk website yang dapat diakses

dimana saja dan kapan saja selama siswa memiliki perangkat yang terhubung dengan internet. Siswa telah banyak yang memiliki *smartphone* dan di sekolah telah tersedia *chromebook*, sehingga mendukung implementasi di sekolah.

Adapun yang menjadi materi pengembangan pada media ialah mengenai hukum Archimedes. Pemilihan hukum Archimedes didasari oleh memungkinkannya diterapkan STEM karena materi hukum Archimedes yang sesungguhnya bersifat lintas disiplin. Pemilihan materi juga dilakukan pada kelas VIII karena penelitian menunjukkan terjadinya penurunan disposisi berpikir kritis seiring kenaikan kelas, sehingga kelas VIII dinilai penting untuk mulai dilatih kemampuan berpikir kritisnya kembali melalui pembelajaran.

Hal-hal yang dikemukakan tersebut merupakan latar belakang dari pengembangan media yang ingin dilakukan. Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R & D) dengan menggunakan desain pengembangan Dick, Carey & Carey (2015). Adapun kerangka berpikir pada penelitian ini dapat digambarkan dalam *flowchart* pada gambar 2.20 sebagai berikut.



Gambar 2.20 Kerangka berpikir rancangan penelitian