ISBN 978-623-6077-27-6

Mulin Nu'man I Heri Retnawati
Sugiman I Jailani

MODEL PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PROYEK DALAM KERANGKA Integrasi Sciences, Technology, Engineering, Mathematics, and Islam (STEMI)

Mulin Nu'man I Heri Retnawati
Sugiman I Jailani

MODEL PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Berbasis Proyek Dalam Kerangka Integrasi Sciences, Technology, Engineering, Mathematics, and Islam (STEMI)

MODEL PEMBELAJARAN
MATEMATIKA

Berbasis Proyek dalam Kerangka Integrasi *Sciences, Technology, Engineering, Mathematics, and Islam (STEMI)*

Mulin Nu'man
Heri Retnawati
Sugiman
Jailani

The Mahfud Ridwan Institute

Model Pembelajaran Matematika
Berbasis Proyek dalam Kerangka Integrasi
Sciences, Technology, Engineering, Mathematics, and Islam (STEMI)

Penulis:
Mulin Nu'man, Heri Retnawati, Sugiman, dan Jailani

ISBN :
978-623-6077-27-6
KDT BAR 2022

Desain Sampul :
Seply Arsiantoro

Tata Letak :
Anik Meilinda

Redaksi :
The Mahfud Ridwan Institute
Jl. Kh. Ahmad Sholeh Km. 04, Dsn. Bandungan, Ds. Gedangan, Kec. Tuntang, Semarang, Jawa Tengah 50773, Telp:(0298)3433250, Email : edimancoropress@gmail.com

Anggota IKAPI Jawa Tengah
Cetakan pertama, Juni 2022
viii + 238 halaman; 15 x 23 cm
Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Tantangan global pada Abad 21 membutuhkan keterampilan-keterampilan baru yang harus dikuasai oleh peserta didik. Peserta didik harus menyiapkan diri dengan melengkapi dirinya dengan beberapa kemampuan penting abad 21, diantaranya: (1) kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking and problem solving skills); (2)* kemampuan komunikasi (*communication skill*); (3) kemampua kreativitas dan inovasi (*creativity and innovation skills*); dan (4) kemampuan kolaborasi (*collaboration skill*). Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, media-sosial, dan keterbatasan sumber daya alam serta perubahan yang tidak menentu memerlukan kemampuan berpikir kritis dan berpikir kreatif. Kemampuan berpikir kritis (CT) dan kemandirian belajar (*self-regulated learning*/SRL) merupakan kompetensi yang penting di abad ke-21 yang penuh dengan tantangan dan kompetisi. Kedua kompetensi tersebut sangat dibutuhkan oleh setiap individu baik di lingkungan kerja maupun di lingkungan masyarakat. Pendidikan dituntut harus mampu menfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan diri sehingga tercipta generasi masa depan yang kuat, memiliki daya saing yang unggul dalam menjawab dan memecahkan tantangan bangsa dan negara di masa yang akan datang. Generasi bangsa yang kuat, berdaya saing, dan tangguh inilah yang akan membangun dan mengibarkan bangsanya di tengah-tengah persaingan era revolusi industri

4.0 pada abad 21 dalam segala aspek kehidupan yang sangat kompetitif. Keberhasilan bangsa ini menghadapi tantangan di era revolusi industri 4.0 dan abad ke-21 sangat bergantung pada kualitas pendidikan masa kini.

Peserta didik bisa mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan SRL melalui pengajuan masalah dan proyek. Masalah dan proyek harus didesain dengan solusi yang tidak tunggal (divergen). Masalah dan proyek didesain dengan tidak memerlukan solusi konvergen, sehingga peserta didik diharuskan untuk menjelaskan solusi mereka dan untuk dapat membenarkan kesesuaian solusi yang diusulkan. Secara umum, proses ini disebut pemecahan masalah dan sering diharapkan untuk dipelajari di kelas matematika. Para profesional STEM yang terlibat dalam pemecahan masalah yang kompleks dan dalam kebanyakan kasus ada beberapa solusi yang mungkin masing-masing dengan kekuatan dan keterbatasannya. Oleh karena itu, penting bagi peserta didik sekolah menengah untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif yang memungkinkan mereka untuk berhasil dalam ujian, tetapi juga mengembangkan kedalaman pengetahuan untuk memungkinkan mereka merenungkan kekuatan dan keterbatasan solusi mereka. Proses STEM mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif sehingga peserta didik lebih mungkin untuk berhasil di tempat kerja atau sekolah lanjutan setelah sekolah menengah. Kegiatan STEM terintegrasi juga memungkinkan guru untuk fokus pada ide-ide besar yang terhubung atau saling terkait antar mata pelajaran. Pendidikan STEM memungkinkan guru memfasilitasi peserta didik untuk: 1) membangun pengetahuan peserta didik sebelumnya; 2) mengatur pengetahuan di sekitar ide-ide besar, konsep, atau tema; 3)

mengembangkan pengetahuan peserta didik untuk melibatkan antar konsep dan proses; 4) memahami bahwa pengetahuan adalah situasi atau konteks khusus; 5) memungkinkan pengetahuan untuk ditingkatkan melalui wacana sosial; dan (6) memahami bahwa pengetahuan dibangun secara sosial dari waktu ke waktu.

Perkembangan di bidang teknologi mengakibatkan kemajuan global yang sangat pesat mengharuskan adanya perubahan sistem pendidikan di semua negara. Negara-negara maju dan berkembang dalam beberapa tahun belakangan ini terus berupaya meningkatkan kualitas pendidikan dengan mengintegrasikan beberapa pelajaran menjadi satu pembahasan dengan berbasis tema yang biasanya disebut pembelajaran tematik. Pembelajaran tematik terpadu didasarkan pada pendekatan tematis dan adanaya keterkaitan materi dalam satu mata pelajaran tertentu maupun antarmata pelajaran. Pembelajaran tematik secara pelan-pelan menunjukkan keberhasilan dalam meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memahami materi tertentu karena dikaitkan dengan konteks kehidupan nyata dan mampu meningkatkan kapasitas memori peserta didik. Salah satu model pembelajaran tematik adalah pendidikan berbasis *Science, Technology, Engineering and Mathematics* atau pendidikan STEM.

Akronim STEM pertama kali digunakan pada tahun 2001, kemudian menjadi STEAM. Beberapa kritikus menyisipkan "A" mewakili *Art* (Seni) sehingga menjadi STEAM, karena selama ini Seni merupakan komponen penting yang hilang dari STEM. Sangat mungkin untuk menyisipkan "R" dalam STEAM sehingga mengubah STEAM menjadi STREAM. "R" dapat mewakili Robotika, *Reading* atau *Religion*/Agama. Di Korea STEM digabungkan

dengan Art (Seni) dengan akronim STEAM. Dengan STEAM peserta didik dapat memecahkan masalah dan kreatif berdasarkan pada pemahaman ilmiah modern tentang peradaban manusia dan sains dan teknologi, dan memiliki kemampuan dasar untuk menilai secara kritis masalah sosial terkait sains dan seni. Pembelajaran STREM berusaha untuk mengintegrasikan Agama ke dalam bidang konten STEM untuk Sains, Teknologi, *Engineering*, dan Matematika, yang kemudian menjadi STEMI yang mengintegrasikan STEM dengan Islam. Dalam buku ini, penulis mengganti *Religion* (Agama) dengan Islam sehingga menjadi pendidikan STEMI (*Seience, Technology, Engineering, Mathematics, and Islam).* STEMI merupakan upaya yang membutuhkan perencanaan, dukungan, komunikasi, dan pengembangan sekolah yang luas. Nantinya model pembelajaran STEMI berusaha menggabungkan lensa iman, Tuhan, AlQuran, Hadits, dan nilai-nilai Islam dalam segala hal ke dalam STEM. Tujuan dari model pembelajaran STEMI adalah untuk membantu peserta didik tidak hanya belajar STEM tetapi melibatkan mereka sepenuhnya dalam pembelajaran otentik untuk pengembangan kepribadian yang tinggi dan karakter yang kuat. Di samping itu, STEMI akan memberikan pengalaman pada peserta didik bahwa agama selalu seiring sejalan dengan sains dan teknologi.

Yogyakarta, Juli 2022
Penyusun

Mulin Nu'man
Prof. Dr. Heri Retnawati, M.Pd
Prof. Dr. Sugiman, M.Si
Dr. Jailani, M.Pd

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....iii

DAFTAR ISI.....vii

BAB I RASIONAL PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK DALAM KERANGKA INTEGRASI STEM DAN ISLAM (MPM PJBL STEMI) 1

A. Pendahuluan.....1

B. Tujuan 4

C. Sasaran.....5

D. Ruang Lingkup.....6

BAB II TEORI-TEORI PENDUKUNG PENGEMBANGAN MPM PJBL STEMI 9

A. Pendidikan dalam Islam.....9

B. Teori Perkembangan Kognitif Piaget.....23

C. Teori Sosiokultural Vygotsky.....28

D. Pembelajaran Berbasis Proyek.....33

E. Pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) 51

F. Integrasi Keislaman dan Keilmuan.....58

G. Kerangka Integrasi STEM dan Islam (STEMI) 66

H. Kemampuan Berpikir Kritis 86
I. Kemandirian Belajar (*Self-Regulated Learning/SRL)*.....97
J. Formulasi Prinsip 115

BAB III KERANGKA MPM PJBL STEMI 121
A. Sintaks 121
B. Prinsip Reaksi.....126
C. Sistem Pendukung.....127
D. Dampak.....129

BAB IV PETUNJUK PENGGUNAAN MPM PJBL STEMI.....134
A. Tahap Perencanaan 135
B. Tahap Pelaksanaan 137
C. Tahap Evaluasi.....140

BAB V PERANGKAT PENDUKUNG MPM PJBL STEMI 142
A. Rencana Pelaksanaa Pembelajaran (RPP) 142
B. Lembar Kerja Peserta Didik 177
C. Instrumen Kemampuan Berpikir Kritis 189
D. Instrumen SRL.....215

DAFTAR PUSTAKA.....223
BIODATA PENULIS.....239

BAB I

RASIONAL PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK DALAM KERANGKA INTEGRASI STEM DAN ISLAM (MPM PJBL STEMI)

A. Pendahuluan

Model pembelajaran adalah suatu rencana kegiatan pembelajaran atau desain yang digunakan sebagai panduan dalam merencanakan pembelajaran di kelas. Setiap model pembelajaran bertujuan untuk merancang pembelajaran yang efektif dan efisien sehingga tujuan pembelajaran dapat dicapai. Model pembelajaran menurut Eggen dan Kauchak (1995) didefinisikan sebagai strategi pelaksanaan pembelajaran yang didesain untuk mencapai tujuan pembelajaran. Adapun menurut Arends suatu model pembelajaran merupakan pendekatan pembelajaran yang akan dilaksanakan di kelas dengan harapan mencapai tujuan pembelajaran (Arends, 1997). Selain itu, model pembelajaran juga mengarah pada pemanfaatan lingkungan sebagai sumber belajar dan strategi mengelola kelas. Berdasarkan beberapa pendapat di atas, model pembelajaran merupakan suatu strategi atau desain aktivitas yang dirancang oleh guru agar peserta didik mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan dengan efektif, efisien, dan menyenangkan. Ada empat ciri khas model pembelajaran yang dikemukakan

Arends, yaitu (1) rasional teoretis yang bersifat logis yang bersumber dari perancangannya, (2) dasar pemikiran tentang tugas pembelajaran yang hendak dicapai dan bagaimana peserta didik belajar untuk mencapai tujuan tersebut, (3) aktivitas mengajar guru yang diperlukan agar model pembelajaran dapat dilaksanakan secara efektif, dan (4) lingkungan belajar yang diperlukan untuk mencapai tujuan (Arends, 1997).

Lima unsur penting sebagai uraian dari suatu model pembelajaran Joyce, Weil, dan Calhoun (2015), yaitu (1) sintaks*,* yakni suatu urutan kegiatan yang biasa juga disebut fase, (2) sistem sosial, yakni peranan guru dan peserta didik serta jenis aturan yang diperlukan, (3) prinsip-prinsip reaksi, yakni memberi gambaran kepada guru tentang cara memandang atau merespons pertanyaan-pertanyaan peserta didik, (4) sistem pendukung, yakni kondisi yang diperlukan oleh model tersebut, dan (5) dampak instruksional dan dampak pengiring*,* yakni hasil yang akan dicapai peserta didik setelah mengikuti pembelajaran.

Strategi pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran matematika dalam kerangka integrasi STEM dan Islam adalah *project based learning*/*PjBL* (pembelajaran berbasis proyek*)* (Capraro, Etchells, & Capraro, 2016; Capraro et al., 2013; Kennedy, 2014), *problem based learning* (Kennedy, 2014), *problem solving* (Stone-MacDonald, et al., 2015). STEM *Project* yang diberikan kepada peserta didik dapat berupa proyek pribadi ataupun kelompok dengan alokasi waktu yang tergantung pada aktivitas STEM yang diberikan.

Pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*/PjBL) merupakan model pembelajaran yang menggunakan proyek sebagai inti pembelajaran (Klein et al.,

2009; Trisdiono, 2014). Dalam modul implementasi kurikulum 2013 dijelaskan bahwa PjBL adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek/kegiatan sebagai inti pembelajaran. Peserta didik melakukan eksplorasi, penilaian, interpretasi, sintetis, dan informasi untuk menghasilkan berbagai bentuk belajar (Kemendikbud RI, 2016). Model pembelajaran ini merupakan model pembelajaran inovatif yang melibatkan kerja proyek dimana peserta didik bekerja secara mandiri dalam mengkonstruksi pembelajarannya dan mengkulminasikannya dalam produk nyata. Model pembelajaran yang dianjurkan untuk digunakan pada kurikulum 2013 adalah model pembelajaran yang berorientasi pada peserta didik (*student centered*) yang salah satunya adalah model pembelajaran PjBL (Kemendikbud RI, 2016). Model ini juga bertujuan untuk membimbing peserta didik dalam sebuah proyek kolaboratif yang mengintegrasikan serbagai subyek (materi) kurikulum, memberikan kesempatan kepada para peserta didik untuk menggali konten (materi) dengan menggunakan berbagai cara bermakna bagi dirinya, dan melakukan eksperimen secara kolaboratif.

Menurut NYC *Departement of Education*, model pembelajaran PjBL merupakan strategi pembelajaran dimana peserta didik harus membangun pengetahuan konten mereka sendiri dan mendemonstrasikan pemahaman baru melalui berbagai bentuk representasi (Klein et al., 2009). Menurut DC Zimmerman (2010) pembelajaran berbasis proyek (PjBL) adalah metode pembelajaran yang memungkinkan peserta didik untuk membangun keterampilan dan memperoleh konten melalui teknik berbasis proyek, kooperatif dan langsung. Sedangkan menurut Stephanie Bell (2010) pembelajaran berbasis

proyek (PjBL) adalah pendekatan pembelajaran yang digerakkan oleh peserta didik dan difasilitasi oleh guru. Peserta didik mengejar pengetahuan dengan mengajukan pertanyaan yang membangkitkan rasa ingin tahu alami mereka.

Pembelajaran berbasis proyek yang efektif memiliki karakteristik berikut: 1) mendukung peserta didik untuk menyelidiki ide dan pertanyaan penting, 2) dibingkai dalam proses penyelidikan, 3) dibedakan sesuai kebutuhan dan minat peserta didik, 4) didorong oleh produksi dan presentasi mandiri peserta didik daripada penyampaian informasi oleh guru, 5) memerlukan penggunaan pemikiran kreatif, pemikiran kritis, dan keterampilan informasi untuk menyelidiki, menarik kesimpulan, dan mengkreasi konten, dan 6) terhubung ke dunia nyata dan masalah dan isu otentik (Klein et al., 2009). Sedangkan menurut Winastwan et al (2010) model pembelajaran PjBL mempunyai beberapa karakteristik, yaitu sebagai berikut: 1) mengembangkan pertanyaan atau masalah, yang berarti pembelajaran harus mengembangkan pengetahuan yang dimiliki oleh peserta didik, 2) memiliki hubungan dengan dunia nyata, berarti bahwa pembelajaran yang otentik dan peserta didik dihadapkan dengan masalah yang ada pada dunia nyata, 3) menekankan pada tanggung jawab peserta didik, merupakan proses peserta didik untuk mengakses informasi untuk menemukan solusi yang sedang dihadapi, dan 4) penilaian dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung dan hasil proyek yang dikerjakan peserta didik.

B. Tujuan

Model pembelajaran matematika berbasis proyek dalam kerangka integrasi STEM dan Islam (STEMI)

dikembangkan dengan tujuan meningkatkan kualitas pembelajaran melalui sejumlah strategi pengajaran untuk mewujudkan tujuan pembelajaran yang spesifik. Secara khusus tujuan model pembelajaran matematika PjBL STEMI adalah:

1. Meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di Madrasah Tsanawiyah (MTs) melalui proyek yang melibatkan mata pelajaran matematika, sains, dan agama Islam, berbantuan teknologi, dan melalui desain rekayasa (*engineering*).
2. Memberikan gambaran pada guru madrasah tentang model pembelajaran yang mengintegrasikan pelajaran agama Islam dalam pembelajaran matematika dan sains.
3. Mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar (SRL) dalam menyelesaikan permasalahan sehari-hari yang tidak bisa diselesaikan hanya dengan satu disiplin ilmu.
4. Memberikan gambaran tentang pembelajaran matematika berbasis PjBL STEMI yang meliputi perencanaan, pelaksanaan pembelajaran, dan evaluasi serta memberikan gambaran proyek yang melibatkan mata pelajaran STEMI.

C. Sasaran

Sasaran dari model pembelajaran matematika berbasis proyek dalam kerangka integrasi STEM dan Islam (MPM PJBL STEMI) adalah:

1. Sasaran pembaca dari MPM PJBL STEMI adalah guru MTs. Guru diharapkan mampu mengadaptasi model yang dihasilkan untuk mengintegrasikan mata pelajaran STEMI dalam pembelajaran sehingga mampu mengembangkan kualitas pembelajaran di MTs. MPM

PJBL STEMI diharapkan bisa diaplikasikan di kelas dengan berbagai modifikasi.

2. Sasaran pembaca lainnya dari MPM PJBL STEMI adalah Kementerian Agama dan Madrasah. Kementerian Agama dan Madrasah diharapkan memasukkan kurikulum atau mata pelajaran khusus yang mengintegrasikan mata pelajaran di Madrasah seperti STEMI sehingga peserta didik diharapkan tidak hanya belajar mata pelajaran secara terpisah tetapi lebih terintegrasi.
3. Sasaran penggunaan MPM PJBL STEMI ini adalah peserta didik di madrasah tsanawiyah (MTs). Peserta didik diharapkan mampu mengintegrasikan mata pelajaran STEMI untuk menyelesaikan masalah sehari-hari. Di samping itu, peserta didik diharapkan mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan sikap kemandirian belajar, sikap kerjasama, dan sikap *ta'awun* dalam menghadapi kehidupan sehari-hari yang penuh tantangan.

D. Ruang Lingkup

MPM PJBL STEMI yang dikembangkan pada materi pelajaran di MTs yang meliputi materi bangun datar dan bangun ruang pada pelajaran matematika, materi *thaharah, ta'awun,* dan penentuan arah kiblat pada mata pelajaran fiqh, akidah akhlak, dan Quran hadits, materi tekanan hidrostatis dan teori Bernoulli pada pelajaran IPA (sains). MPM PJBL STEMI yang dikembangkan meliputi antara lain.

1. Buku model MPM PJBL STEMI. Buku model berisi (1) sintaks yang memuat urutan kegiatan yang biasa juga disebut fase yang didasarkan pada langkah-langkah

pembelajaran berbasis proyek dan dalam kerangka intgegrasi STEMI, (2) sistem sosial yang menjelaskan peranan guru dan peserta didik serta jenis aturan yang diperlukan dalam pembelajaran sesuai dengan model, (3) prinsip-prinsip reaksi yang berisi gambaran kepada guru tentang cara memandang atau merespons pertanyaan-pertanyaan peserta didik selama pembelajaran, (4) sistem pendukung yang perangkat atau alat yang diperlukan oleh model tersebut ketika dilaksanakan di kelas, dan (5) dampak instruksional dan dampak pengiring yang memuat hasil yang akan dicapai peserta didik setelah mengikuti pembelajaran yaitu kemampuan berpikir kritis, kemandirian belajar (SRL), kerjasama dan *ta'awun*.

2. Rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP). RPP dikembangkan dengan memperhatikan sintaks, sistem sosial, prinsip-prinsip reaksi, dan dampak yang sudah ditetapkan. RPP dirancang selama 9 tatap muka dengan langkah-langkah pembelajaran dan materi ajar yang mengintegrasikan mata pelajaran STEMI.
3. Bahan ajar. Bahan ajar terdiri dari uraian konsep tentang materi ajar yang melibatkan mata pelajaran STEMI. Konsep-konsep dalam bahan disusun agar menjadi sumber referensi bagi peserta didik saat pembelajaran terutama dalam menyelesaikan proyek.
4. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD berisi proyek dan masalah yang melibatkan mata pelajaran dalam STEMI. Langkah-langkah dalam proyek didesain agar peserta didik mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar. LKDP didesain untuk pembelajaran secara kelompok dan individu dengan bimbingan guru.

5. Lembar penilaian kognitif dan sikap. Lembar penilaian kognitif berupa lembar tes kemampuan berpikir kritis dan lembar penilaian kinerja dalam mengerjakan LKPD. Sedangkan lembar penilaian sikap terdiri dari angket kemandirian belajar, lembar observasi kerjasama, dan lembar observasi sikap *ta'awun*.

BAB II

TEORI-TEORI PENDUKUNG PENGEMBANGAN MPM PJBL STEMI

A. Pendidikan dalam Islam

Pendidikan mempunyai peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia pada era globalisasi dan perkembangan teknologi yang ditandai dengan terjadinya perubahan-perubahan yang serba cepat dan kompleks, baik yang menyangkut perubahan nilai maupun struktur yang berkaitan dengan kehidupan manusia. Kata pendidikan terambil dari kata *education* yang berasal dari kata *educe* yang berari member peningkatan *(to elicit, to give rise to),* dan mengembangkan *(to evolve, to develop*) (Saihu, 2020).Dalam arti sederhana pendidikan sering diartikan sebagai usaha manusia untuk membina kepribadiannya sesuai dengan nilai-nilai dalam masyarakat dan kebudayaan (Putra, 2016). Pendidikan juga bisa diartikan sebagai bimbingan atau pertolongan yang diberikan agar seseorang bisa memiliki pengetahuan, sikap, dan keterampikan yang diingingkan. Namun, *education* dalam pengertian yang sempit berarti perbuatan atau proses perbuatan untuk memperoleh pengetahuan. Sementara dalam bahasa yunani, kata pendidikan dikenal dengan nama "*paedagogos*" yang berarti penuntun anak dan dalam bahasa Romawi, dikenal dengan

"*educare*", artinya membawa keluar (sesuatu yang ada di dalam), begitu juga dalam bahasa Belanda menyebut pendidikan dengan nama "*opvoeden*", yang berarti membesarkan atau mendewasakan, atau "*voden*" artinya memberi makan.

Secara spesifik, dalam Islam kata pendidikan dikenal dalam beberapa istilah yaitu *tarbiyah, ta'lim,* dan *ta'dib* yang masing-masing memiliki karakteristik makna disamping mempunyai kesesuaian dalam pengertian pendidikan (Saihu, 2020). Istilah *tarbiyah* berasal dari tiga kata berikut yaitu *raba-yarbu* yang berarti bertambah dan tumbuh, *rabba-rabiya-yarba* yang berarti tumbuh berkembang dan menjadi besar, dan *rabba-yarubbu* yang berarti memperbaiki, menguasai, memimpin, menjaga, dan memelihara. Makna dasar istilah *rab, rabiya*, dan *rabba* tidak secara alami mengandung unsur esensial pengetahuan, intelegensia, dan kebijakan. Menurut An-Nahlawi, *tarbiyah* berarti memelihara *fitrah* anak, menumbuhkan seluruh bakat dan kesiapannya, mengarahkan seluruh *fitrah* dan bakat menjadi baik dan sempurna, dan bertahap dalam prosesnya (Syah, 2008). Sedangkan Al-Ishfahani memberikan makna bahwa *tarbiyah* sebagai upaya menumbuhkan sesuatu secara bertahap yang dilakukan setapak demi setapak sampai pada batas kesempurnaan (Syah, 2008). Berdasarkan beberapa pendapat terkait istilah *tarbiyah*, dapat disimpulkan bahwa *tarbiyah* merupakan proses pendidikan secara bertahap sesuai dengan tingkat perkembangan manusia. Penggunaan kata *tarbiyah* terdapat dalam al-Qur'an Surat Al-Isra' ayat 24 yaitu.

وَاخْفِضْ لَهُمَا جَنَاحَ الذُّلِّ مِنَ الرَّحْمَةِ وَقُلْ رَّبِّ ارْحَمْهُمَا كَمَا رَبَّيٰنِيْ صَغِيْرًاۗ

Artinya: Rendahkanlah dirimu terhadap keduanya dengan penuh kasih sayang dan ucapkanlah, "Wahai Tuhanku, sayangilah keduanya sebagaimana mereka berdua (menyayangiku ketika) mendidik aku pada waktu kecil."

Istilah *ta'lim* biasanya digunakan pada proses penyampaian ilmu pengetahuan yang bersifat kognitif. Kata *ta'lim* berasa dari kata *'allama* berarti memberitahu/mengajar yang bersifat menyampaikan konsep, pengetahuan, dan keterampilan sebagaimana disebutkan dalam Surah Al-Baqarah ayat 31.

وَعَلَّمَ اٰدَمَ الْاَسْمَاۤءَ كُلَّهَا ثُمَّ عَرَضَهُمْ عَلَى الْمَلٰۤىِٕكَةِ فَقَالَ اَنْۢبِـُٔوْنِيْ بِاَسْمَاۤءِ هٰٓؤُلَاۤءِ اِنْ كُنْتُمْ صٰدِقِيْنَ

Artinya: Dia mengajarkan kepada Adam nama-nama (benda) seluruhnya, kemudian Dia memperlihatkannya kepada para malaikat, seraya berfirman, "Sebutkan kepada-Ku nama-nama (benda) ini jika kamu benar"

Selain itu, kata *ta'lim* juga berasal dari kata *alama-ya'lamu* yang berarti mengucap atau memberi tanda. Kata *ta'lim* juga berasal dari kata *alima-ya'lamu* yang berarti mengerti atau memberi tanda (Syah, 2008). Pengajaran merupakan suatu usaha untuk mengenal dan memahami sesuatu dengan benar. Dalam pengertian lain, kata *ta'lim* memiliki konotasi khusus yang merujuk kepada ilmu, sehingga disebut sebagai pengajar ilmu atau menjadi orang yang berilmu, yakni mendorong dan menggerakkan daya jiwa atau akal seseorang untuk belajar menuntut ilmu agar ia memiliki ide, gagasan, memahami hakikat sesuatu.

Sedangkan *ta'dib* titik tekannya pada pembinaan perilaku sebagai upaya penyempurnaan akhlak. Kata *ta'dib* diterjemahkan menjadi pelatihan dan pembiasaan. Kendati

demikian, istilah *ta'dib* memiliki beberapa kata dasar *adaba-ya'dubu* yang berarti melatih dan mendisiplinkan diri untuk berperilaku yang baik dan sopan. Juga dari kata *adaba-ya'dibu*, yang berarti mengadakan pesta atau jamuan, atau berbuat dan berperilaku sopan. Bentuk kata kerja dari *ta'dib*, yakni *addaba* yang berarti mendidik, melatih, memperbaiki, mendisiplinkan, dan memberi tindakan. Istilah *ta'dib* bisa juga dimaknai sebagai mendidik, yang berorientasi terhadap perubahan perilaku ke arah positif. Al-Attas mengemukakan bahwa pendidikan lebih tepat menggunakan istilah *ta'dib* yang di dalamnya telah mencakup semua aspek, baik pengajaran, pengetahuan, maupun pengasuhan (Sya'bani, 2017). Ilmu tidak bisa diajarkan dan ditularkan kepada peserta didik kecuali guru dan peserta didik tersebut memiliki adab yang tepat terhadap ilmu pengetahuan dan bidang keilmuan yang dipelajari peserta didik.

Al-Ghazali menyatakan bahwa (a) tujuan utama dalam menuntut ilmu adalah untuk memperoleh kebahagiaan hidup di dunia dan akhirat, tercapainya kesempurnaan *insani* yang bermuara pada pendekatan diri kepada Allah, dan kesempurnaan *insani* yang bermuara pada kebahagiaan dunia dan akhirat, (b) seorang pendidik harus mempunyai niat awal dalam mendidik untuk mendekatkan diri kepada Allah, dapat menjadi *tauladan* bagi murid-muridnya serta mempunyai kompetensi dalam mengajar ditandai dengan penguasaan materi, sikap yang objektif, dan memperlakukan anak didiknya seperti anaknya sendiri, (c) anak didik dalam belajar juga harus mempunyai niat untuk mendekatkan diri kepada Allah, sebisa mungkin menjauhi maksiat karena ilmu itu suci dan tidak akan deberikan kepada hal yang tidak suci, menghormati guru dan tentunya rajin belajar dengan mendalami pelajaran yang telah diberikan gurunya (d)

kurikulum (alat pendidikan) sebagai alat pendidikan harus disesuaikan dengan perkembangan anak didik, (e) lingkungan pendidikan terdiri tiga bagian, yakni: lingkungan keluarga, lingkungan sekolah dan lingkungan masyarakat (Putra, 2016).

Pada dasarnya ada tiga pendekatan pembaharuan pendidikan yang telah dilakukan, yaitu pengislaman pendidikan sekuler modern, menyederhanakan silabus-silabus tradisional dan menggabungkan cabang-cabang ilmu pengetahuan lama dengan cabang-cabang ilmu pengetahuan modern (Aziz, 2019). Mengislamkan pendidikan sekuler modern dilakukan dengan cara menerima pendidikan sekuler modern yang telah berkembang pada umumnya di Barat dan mencoba untuk "mengislamkan"nya, yaitu mengisinya dengan konsep-konsep kunci tertentu dari Islam. Sedangkan menggabungkan cabang-cabang ilmu pengetahuan baru. Dalam kasus seperti ini, lama waktu belajar diperpanjang dan disesuaikan dengan panjang lingkup kurikulum sekolah-sekolah dan akademi modern.

Pendidik dalam Islam dimaknai sebagai orang-orang yang bertanggung jawab terhadap perkembangan anak didik dengan mengupayakan perkembangan seluruh potensi anak didik, baik potensi afektif, kognitif, maupun psikomotorik (Saihu, 2020). UndangUndang No. 14 Tahun 2005 mendefinisikan bahwa guru adalah pendidik profesional dengan tugas utama mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai, dan mengevaluasi peserta didik pada pendidikan anak usia dini jalur pendidikan formal, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah. Berdasarkan definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa seorang pendidik memiliki tugas utama mendidik, mengajar,

membimbing, mengarahkan, melatih, menilai hingga melakukan evaluasi peserta didik.

Ilmu Pengetahuan dalam Islam

Ilmu pengetahuan bisa diperoleh melalui proses pencarian, belajar, meneliti. Di sampung itu, pengetahuan juga bisa diperoleh secara langsung diberi (lewat *wahyu* atau *ilham*) dari yang Maha Mengetahui tanpa melalui proses pencarian. Sementara itu, ilmu dipandang dari sudut kebahasaan bermakna penjelasan, dipandang dari akar katanya mempunyai arti kejelasan. Menurut al-Qur'an ilmu adalah suatu keistimewaan pada manusia yang menyebabkan manusia unggul terhadap makhluk-makhluk lain. Ini tercermin pada kisah Adam waktu ditanya oleh Allah tentang nama-nama benda. Adam dapat menjawab semua nama benda yang ditanyakan kepadanya. Dalam surah al-Baqoroh ayat 38 Allah berfirman sambil memerintahkan, "Hai Adam, beritahukanlah kepada mereka (malaikat dan iblis) nama-nama benda". Adam pun memberitahukan (dengan menyebut nama-nama benda) kepada malaikat dan iblis di hadapan Allah. Berdasarkan keterangan itu al-Qur'an menegaskan, bahwa manusia sejak diciptakan mempunyai potensi berilmu dan mengembangkan ilmunya dengan izin Allah. Sains dapat diartikan semua pengetahuan yang diperoleh melalui himpunan rasionalitas insani yang dihasilkan dari logika dan kenyataan gejala-gejala alam, suatu eksplorasi ke alam materi berdasarkan observasi dan mencari hubungan-hubungan alamiah yang teratur mengenai fenomena yang diamati serta bersifat mampu menguji diri sendiri, dan juga dapat diartikan sebagai usaha manusia dengan menggunakan potensi manusiawinya untuk mengenal *sunnatullah* dari komponen dunia empiris dari sistem ciptaan Allah (Putra, 2016).

Al-Qur'an berkali-kali menggunakan istilah "*ilm*" yang secara umum bermakna pengetahuan. Kemudian setelah masa sahabat, Islam berkembang menjadi suatu tradisi. Pada masa itu, kata ilmu mulai digunakan dengan pengertian pengetahuan yang diperoleh melalui proses belajar. Allah menggambarkan pentingnya ilmu pengetahuan sebagai alat untuk menaklukkan alam semesta sebagaimana firman Allah dalam surat ar-Rahman ayat 33

يٰمَعْشَرَ الْجِنِّ وَالْاِنْسِ اِنِ اسْتَطَعْتُمْ اَنْ تَنْفُذُوْا مِنْ اَقْطَارِ السَّمٰوٰتِ وَالْاَرْضِ فَانْفُذُوْاۗ لَا تَنْفُذُوْنَ اِلَّا بِسُلْطٰنٍ ۚ

Artinya: Wahai segenap jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, tembuslah. Kamu tidak akan mampu menembusnya, kecuali dengan kekuatan (dari Allah).

Ali bin Abi Thalib pernah mewasiatkan kepada Kumail, "Wahai Kumail, ilmu adalah lebih utama dari pada harta. Ilmu menjagamu, sedang engkaulah yang harus menjaga harta. Ilmu adalah *hakim* (yang menghakimi), sedangkan harta adalah *mahkum* (yang dihakimi) (Radhi, 2021). Ilmu pengetahuan merupakan langkah terakhir dalam perkembangan mental manusia dan boleh dianggap sebagai pencapaian tertinggi dan paling *karakteristik* dalam kebudayaan manusia. Umar bin Khattab pernah berkata,"Wahai manusia, hiasilah dirimu dengan ilmu, sebab Allah memiliki baju yang Ia cintai. Maka barang siapa mempelajari suatu bab ilmu, maka Allah akan mengenakan padanya baju-Nya itu. Dan apabila sesudah itu ia melakukan perbuatan dosa, ia akan mendesaknya tiga kali agar bertobat dari dosanya itu. Agar ia tidak terpaksa mengambil baju-Nya

itu, sekiranya orang itu tetap dalam dosanya sampai ia direnggut oleh kematian (Putra, 2016).

Karakteristik pengetahuan menurut Fazlur Rahman adalah 1) semua pengetahuan diperoleh melalui observasi dan eksperimen, 2) semua pengetahuan selalu berkembang dan dinamis. Pengetahuan tidak pernah berhenti dan stagnasi, 3) semua pengetahuan, baik induktif maupun deduktif, selalu didasarkan pada yang mendahuluinya, dan merupakan suatu proses kreatif yang tidak pernah mengenal akhir (Rahman, 1967). Dalam al-Qur'an, klasifikasi pengetahuan ada tiga jenis, yaitu pengetahuan tentang alam, sejarah, dan manusia (Rahman, 1967). Semua pengetahuan didasarkan pada tiga sumber yaitu; alam (*physical universe*), manusia (*constitution of the human mind*) dan sejarah (*the historical study of socieites*). Pertama adalah alam (*physical universe*). Fenomena-fenomena alam harus dipelajari dan diinvestigasi secara alami. Dengan mendasarkan pada data-data ini, hukum-hukum yang mengatur kerja alam dapat ditemukan dan diintegrasikan untuk menciptakan gambaran alam semesta secara total. Sumber kedua manusia (*constitution of the human mind*) dijelaskan sebagai berikut; manusia harus diteliti dengan intensitas yang memadai. Al-Qur'an menekankan pada studi *inner world,* seperti jiwa manusia (*al-anfus*). Data-data yang diperoleh melalui penelitian ini terkait dengan kerja manusia dan motivasinya, moral juga jiwa harus digunakan untuk mengatasi ketidakseimbangan, kejahatan, dan untuk membentuk standar moral umat manusia. Manusia (data penelitian) banyak membantu dalam membentuk standar moral individual dan masyarakat serta mengurangi kecenderungan tindak kriminal pada manusia. Tujuan utama dari pengetahuan ini adalah untuk menciptakan kepribadian manusia yang seimbang, sehat,

percaya diri, dan kreatif. Mengenai sumber yang *ketiga,* sejarah (*the historical study of societies*), al-Qur'an memberikan penekanan yang sama pada sejarah. Apresiasi secara benar pada budaya, masyarakat, dan agama lain (tentunya) dapat menghasilkan berbagai arah yang positif (Aziz, 2019). Hal ini akan memperluas cakrawala umat manusia dan mengurangi kefanatikan dan berpikiran sempit. Hal ini juga memungkinkan agar manusia tidak hanya menghakimi orang lain dengan sebutan berhasil atau gagal, tetapi juga melihat kebaikan manusia sebagai kebaikan dan kejahatan manusia sebagai kejahatan.

Islam tidak mengenal konsep dikotomi ilmu pengetahuan. Dalam Islam, *tauhid* adalah sumber intrinsik integrasi. Pemisahan dan disintegrasi antara ilmu agama dan non agama atau antara agama dengan sains adalah sumber malapetaka (Harahap & Siregar, 2017). Islam memandang sumber ilmu adalah satu yaitu Tuhan dan harus beranjak dari sebuah keyakinan mutlak terhadap Tuhan itu sendiri. Menurut Fazlur Rahman bahwa ilmu pengetahuan itu pada prinsipnya adalah satu yaitu berasal dari Allah SWT (Rahman, 1967). Dalam Qur'an, Allah berfirman surat al-Baqarah ayat 32 yaitu

قَالُوْا سُبْحٰنَكَ لَا عِلْمَ لَنَآ اِلَّا مَا عَلَّمْتَنَاۗ اِنَّكَ اَنْتَ

الْعَلِيْمُ الْحَكِيْمُ

Artinya: Mereka menjawab, "Mahasuci Engkau. Tidak ada pengetahuan bagi kami, selain yang telah Engkau ajarkan kepada kami. Sesungguhnya Engkaulah Yang Maha Mengetahui lagi Mahabijaksana."

Semangat ilmiah dalam Islam tidaklah bertentangan dengan kesadaran *religius* (agama), karena ia merupakan

bagian yang terpadu dengan Keesaan Tuhan. Semangat demikian tentu lahir dari kesadaran *tauhid* dan mengalir secara historis dari pengetahuan agama sampai kepada ilmu-ilmu alam, sosial dan lainnya yang melibatkan tokoh-tokoh besar dalam sejarah Islam. Itulah sebabnya dalam peradaban atau tradisi akademis Islam istilah ilmu disebut dengan '*ilm*. Kata ini memiliki kaitan dengan dengan salah satu nama Allah SWT. Allah memiliki 99 nama yang salah satunya adalah '*ilm* tersebut. Dalam Alqur'an sendiri Allah menyebut diri-Nya sebagai *'Alim* dan *'Alima*. Kata-kata ini sering Allah SWT ulang-ulang sehingga tergambarlah bagi kita bahwa Allah SWT adalah sumber mutlak ilmu pengetahuan sehingga secara otomatis Islam sangatlah menghargai ilmu.

Al-Ghazali menyebutkan bahwa secara psikologis dalam diri manusia ada empat perangkat yang dapat memperoleh ilmu pengetahuan. Mekanisme kerja perangkat ini satu sama lain berbeda. Adapun keempat perangkat yang dimaksud adalah '*aql* (akal), *qalb* (hati), *ruh* (nyawa) dan *nafs* (jiwa) (Harahap & Siregar, 2017). *'Aql* memiliki dua pengertian, yaitu: 1) *'Aql* adalah pengetahuan yang dapat dikategorikan kepada 3 hal yaitu a) *al-ulum al-dharuriyyah* (aksiomatis) yaitu suatu yang muncul dalam diri manusia pada saat mencapai usia tertentu. b) pengetahuan yang diperoleh dari pengalaman dan interaksi dengan lingkungan. Pengetahuan semacam ini bertambah sejalan dengan bertambahnya pengalaman manusia. Pengalaman ini dapat berkembang sehingga tersistematisasi menjadi pengetahuan yang lebih kompleks. c) pengetahuan yang memungkinkan manusia mengembangkan kemampuan mengendalikan diri dan hawa nafsunya, sehingga tidak terjebak kepada kesenangan sesaat yang biasanya berakibat buruk., dan 2) *'Aql* adalah *washf* (kualitas) yang mampu membedakan

manusia dan hewan, sehingga memungkinkan manusia memahami *al-ulum al-nazariyyah* (spekulatif). Akal semacam ini adalah perangkat penyerap pengetahuan.

Qalb juga memiliki dua pengertian, yaitu sebagai entitas fisik yaitu hati atau segumpal daging dan sebuah esensi paling mendasar dalam diri manusia yang dapat menalar dan mengetahui informasi dan pengetahuan (*haqiqat al-insan al-mudrik al-alim*). Kemudian *ruh* (jiwa), memiliki makna yang sama dengan *qalb* dan secara material berbeda. Terakhir adalah *nafs* dengan dua makna yaitu entitas immaterial yang merupakan sumber-sumber negatif manusia seperti marah, dengki, dan *nafs* sebagai esensi manusia yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan pemahaman dan pengetahuan (Harahap & Siregar, 2017).

Tujuan Pendidikan dalam Islam

Indonesia bukanlah negara yang menganut sistem pemerintahan Islam, dasar-dasar hukum negara tidak sepenuhnya diambil dari al-Qur'an dan Hadis, namun nilai-nilai ajaran Islam sangat kental dan mendarah daging dalam kehidupan masyarakat, hal ini tidak lain karena warga Indonesia mayoritas memeluk agama Islam, sehingga nilai-nilai pendidikan Islam juga mempengaruhi tujuan dan sistem pendidikannya. Selama ini tujuan pendidikan Islam cenderung berorientasi kepada kehidupan akhirat semata dan bersifat defensif (Aziz, 2019). Hal ini sebagaimana yang dikemukakan oleh Rahman bahwa strategi pendidikan Islam yang ada tidaklah benar-benar diarahkan kepada tujuan yang positif, tetapi lebih cenderung bersifat defensif yaitu untuk menyelamatkan pikiran kaum Muslimin dari pencemaran atau kerusakan yang ditimbulkan oleh dampak gagasan-gagasan Barat yang datang melalui berbagai disiplin ilmu, terutama gagasan-gagasan yang akan meledakkan standar

moralitas Islam (Rahman, 1967). Tujuan pendidikan dalam Islam menurut Imam al-Ghazali adalah pendidikan yang mempuyai tujuan *pertama,* kesempurnaan manusia yang puncaknya adalah dekat kepada Allah, *kedua,* kesempurnaan manusia yang puncaknya adalah kebahagiaan dunia dan akhirat (Putra, 2016). Sementara Muhammad Athiyah al-Abrasyi (seorang ahli pendidikan Mesir) berpendapat bahwa tujuan pendidikan Islam adalah pembentukan *akhlaqul karimah* (Putra, 2016).

Tujuan pendidikan menurut Fazlur Rahman ada tiga, yaitu: a) untuk mengembangkan manusia sedemikian rupa sehingga semua pengetahuan yang diperolehnya akan menjadi organ pada keseluruhan pribadi yang kreatif; b) Menyelamatkan manusia dari diri sendiri, oleh diri sendiri, dan untuk diri sendiri. Pendidikan adalah bekal terbaik untuk perkembangan setiap individu; c) Untuk melahirkan ilmuwan yang padanya terintegrasi ilmu- ilmu agama dan ilmu-ilmu umum modern yang ditandai oleh adanya sifat kritis dan kreatif (Saihu, 2020). Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sisdiknas menyatakan bahwa, "Pendidikan nasional bertujuan untuk mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab." Uraian ini juga sejalan dengan tujuan pendidikan Islam menurut Fazlur Rahman. Al-Qur'an merekognisi tujuan pendidikan Islam dalam beberapa ayat (Saihu, 2020):

a) Tujuan pertama adalah menumbuhkan dan mengembangkan ketaqwaan kepada Allah SWT sebaagai firman Allah SWT QS. Ali-Imran ayat 102.

b) Tujuan Pendidikan Islam adalah memudahkan sikap dan jiwa yang selalu beribadah kepada Allah, sebagaimana firman-Nya QS. Az-Zariyat ayat 56.
c) Tujuan Pendidikan Islam adalah membina dan memupuk akhalakul karimah sebagai Firman Allah, sebagai firman-Nya dalam QS. Al-Ahzab ayat 33.

Dengan demikian, tujuan pendidikan dalam Islam adalah untuk menumbuhkan kesadaran manusia agar menjadi manusia yanng berkakhalak mulia dan beribadah hanya kepada Allah SWR sebagai perwujudan akan tugas menjadi kahalifah di muka bumi guna mencapai kebahagiaan di dunia dan akhirat.

Menurut Fazlur Rahman, berkaitan dengan tujuan pendidikan ada beberapa hal yang harus dilakukan: 1) tujuan pendidikan Islam yang bersifat defensif dan cenderung berorientasi hanya kepada kehidupan akhirat harus segera diubah. Tujuan pendidikan Islam harus berorientasi kepada kehidupan dunia dan akhirat sekaligus serta bersumber pada al-Qur'an (Aziz, 2019). Tujuan pendidikan dalam pandangan al-Qur'an adalah untuk mengembangkan kemampuan inti manusia dengan cara yang sedemikian rupa sehingga ilmu pengetahuan yang diperolehnya akan menyatu dengan kepribadian kreatifnya. 2) beban psikologis umat Islam dalam menghadapi Barat harus segera dihilangkan (Aziz, 2019). Untuk menghilangkan beban psikologis umat Islam tersebut, Rahman menganjurkan supaya dilakukan kajian Islam yang menyeluruh secara historis dan sistematis mengenai perkembangan disiplin-disiplin ilmu Islam seperti teologi, hukum, etika, hadis, ilmu-ilmu sosial dan filsafat, dengan berpegang kepada al-Qur'an sebagai penilai. 3) sikap negatif umat Islam terhadap ilmu pengetahuan juga harus dirubah (Aziz, 2019). Ilmu pengetahuan tidak ada yang

salah, yang salah adalah penggunanya. Ilmu tentang atom misalnya, telah ditemukan saintis Barat, namun sebelum mereka memanfaatkan tenaga listrik dari penemuan itu (yang dimaksud memanfaatkan energi hasil reaksi inti yang dapat ditransformasikan menjadi energi listrik) atau menggunakannya buat hal-hal yang berguna, mereka menciptakan bom atom. Kini pembuatan bom atom masih terus dilakukan bahkan dijadikan sebagai ajang perlombaan. Para saintis kemudian dengan cemas mencari jalan untuk menghentikan pembuatan senjata dahsyat itu.

Pendidikan sesungguhnya, senantiasa mengarahkan individu menjadi pribadi yang berwawasan iman dan takwa (imtaq) serta seimbang baik dari segi afektif, kognitif, maupun psikomotoriknya (Saihu, 2020). Salah satu cara mewujudkan tujuan tersebut adalah dengan pemberian materi agama dan ilmu-ilmu umum. Selain itu, pendidikan juga bertujuan untuk menghasilkan manusia yang kreatif dan kritis. Untuk mewujudkan sifat kritis, proses pembelajaran hendaknya berpusat pada peserta didik, karena setiap peserta didik memiliki perbedaan minat *(interest)*, kemampuan *(ability)*, kesenangan *(preference)*, pengalaman *(experience)* dan cara belajar *(learning style)*. Kegiatan pembelajaran perlu menempatkan peserta didik sebagai subjek belajar dan mendorong peserta didik untuk mengembangkan segenap bakat dan potensinya secara optimal. Adapun untuk mengembangkan sifat kritis peserta didik, diperlukan kemampuan dalam menganalisis pengetahuan kritis. Pengetahuan kritis adalah pengetahuan yang diyakini sebagai katalisator dan mobilisator yang mampu membebaskan manusia dari segenap ketidakadilan dan problematika sosial.

B. Teori Perkembangan Kognitif Piaget

Menurut Jean Piaget mengatakan bahwa belajar akan lebih berhasil apabila disesuaikan dengan tahap perkembangan kognitif peserta didik. Peserta didik hendaknya diberi kesempatan untuk melakukan eksperimen dengan obyek fisik, yang ditunjang oleh interaksi dengan teman sebaya dan dibantu oleh pertanyaan tilikan dari guru. Guru hendaknya banyak memberikan rangsangan kepada peserta didik agar mau berinteraksi dengan lingkungan secara aktif, mencari dan menemukan berbagai hal dari lingkungan. Menurut Piaget pengetahuan (knowledge) adalah interaksi yang terus menerus antara individu dengan lingkungan (Zhou & Brown, 2017). Fokus perkembangan kognitif Piaget adalah perkembangan secara alami fikiran pebelajar mulai anak-anak sampai dewasa. Konsepsi perkembangan kognitif Piaget, diturunkan dari analisa perkembangan biologi organisme tertentu. Menurut Piaget, inteligen (IQ/kecerdasan) adalah seperti sistem kehidupan lainnya, yaitu proses adaptasi (Schunk, 2012).

Menurut Piaget metode pengajaran matematika dalam bentuk ceramah memang baik bagi orang yang sudah dewasa tetapi banyak menyebabkan hambatan bagi peserta didik yang masih dalam tingkat pengajaran yang masih rendah (anak-anak). Piaget menekankan hal pokok dalam pembelajaran matematika pada peserta didik bahwa pembelajaran matematika tidak boleh melalaikan peran aktivitas-aktivitas, khususnya pada anak–anak yang masih kecil. Pengalaman fisis dan pengalaman matematis-logis sangat penting dalam mengembangkan pengetahuan, baik fisis maupun matematis (Suparno, 1997).

Tahap perkembangan kognitif menurut Piaget (Hudojo, 1990; Schunk, 2012; Zhou & Brown, 2017) dibagi

menjadi 4 tahap antara lain: 1) tahap sensorimotor (umur 0 – 2 tahun). Pada tahap sensorimotor, anak mengenal lingkungan dengan kemampuan sensorik yaitu dengan penglihatan, penciuman, pendengaran, perabaan. Karakteristik tahap ini merupakan gerakan-gerakan akibat suatu reaksi langsung dari rangsangan. Anak mengatur alamnya dengan indera (sensori) dan tindakan-tindakannya (motor), anak belum mempunyai kesadaran-kesadaran adanya konsepsi yang tetap, 2) tahap persiapan operasional (2 – 7 tahun). Operasi adalah suatu proses berpikir logis, dan merupakan aktivitas mental bukan aktivitas sensorimotor. Pada tahap ini anak belum mampu melaksanakan operasi – operasi mental. Unsur yang menonjol dalam tahap ini adalah mulai digunakannya bahasa simbolis, yang berupa gambaran dan bahasa ucapan. Dengan menggunakan bahasa, inteligensi anak semakin maju dan memacu perkembangan pemikiran anak karena ia sudah dapat menggambarkan sesuatu dengan bentuk yang lain, 3) tahap operasi konkret (7 – 11 tahun). Tahap operasi konkret dinyatakan dengan perkembangan system pemikiran yang didasarkan pada peristiwa-peristiwa yang langsung dialami. Anak masih menerapkan logika berpikir pada benda-benda konkret, belum bersifat abstrak maupun hipotesis, dan 4) tahap operasi formal (11 tahun ke atas). Tahap operasi formal merupakan tahap akhir dari perkembangan kognitif secara kualitas. Pada tahap ini anak mampu bernalar tanpa harus berhadapan dengan objek atau peristiwa secara langsung.

Menurut Piaget, paling sedikit ada empat faktor utama yang mempengaruhi perkembangan kognitif anak (Suparno, 1997), yaitu: 1) perkembangan organik dan kematangan system saraf. Unsur biologis cukup jelas mempunyai pengaruh dalam perkembangan inteligensi

seseorang. Kematangan fisik seseorang juga mempunyai pengaruh pada perkembangan inteligensinya. Misalnya: Pada saat anak belum dapat berjalan, sehingga anak tersebut akan sulit dan terbatas dalam berkontak dengan alam sekitar. Sehingga pemikirannya dan skema yang ia miliki belum banyak berkembang, 2) peran latihan dan pengalaman. Latihan berpikir, merumuskan masalah dan memecahkannya, serta mengambil kesimpulan akan membantu seseorang untuk mengembangkan pemikiran atau inteligensinya. Seorang anak yang sudah mulai dapat berpikir deduktif dan abstrak perlu mengembangkan diri dengan pengalaman-pengalaman dalam menggunakan pemikirannya, 3) interaksi sosial dan transmisi. Dengan interaksi ini, seorang anak dapat membandingkan pemikiran dan pengetahuan yang telah dibentuknya dengan pemikiran dan pengetahuan orang lain. Anak tertantang untuk semakin mengembangkan pemikiran dan pengetahuannya sendiri. Dalam interaksi sosial dan transmisi, pengetahuan datang dari orang lain baik dari orangtuanya maupun masyarakat sekitarnya. Namun, menurut Piaget meskipun interaksi sosial sangat penting dalam pengembangan pemikiran seseorang, tindakan interaksi sosial tidaklah efektif bila tidak ada tindakan aktif dari anak sendiri. Pemikiran dan pengetahuan anak kurang berkembang pesat apabila anak tidak secara aktif mengolah, mencerna, dan mengambil makna, dan 4) ekuilibrasi (kesetimbangan). Ekuilibrasi adalah kemampuan untuk mencapai kembali kesetimbangan selama periode ketidaksetimbangan melalui asimilasi dan akomodasi. Ekuilibrasi ini sering juga disebut dengan motivasi dasar seseorang yang memungkinnya selalu berusaha mengembangkan pemikiran dan pengetahuannya.

Menurut Piaget, struktur kognitif terbentuk karena proses asimilasi dan akomodasi (Hudojo, 1990; Schunk, 2012). Asimilasi adalah menyaring atau mendapatkan pengalaman-pengalaman baru ke dalam skema. Misalnya seorang anak mempunyai konsep mengenai "sapi". Dalam pemikiran anak itu, ada skema "sapi". Mungkin skema anak itu menyatakan bahwa sapi adalah binatang yang berkaki empat, berwarna putih, dan makan rumput. Skema adalah struktur mental seseorang yang secara intelektual beradaptasi dengan lingkungannya. Misalnya skema yang terjadi pada anak tersebut pertama kali melihat sapi di sekitarnya yang memang berwarna putih, berkaki empat, dan makan rumput. Suatu saat, anak itu bertemu dengan dengan bermacam-macam sapi yang lain, yang warnanya lain, dan tidak sedang makan rumput, tetapi sedang menarik gerobak. Berhadapan dengan pengalaman yang lain tersebut, anak mengembangkan skema awalnya. Skemanya menjadi: sapi merupakan binatang berkaki empat, ada berwarna putih atau coklat, makanannya rumput dan dapat menarik gerobak. Jelas bahwa skema sapi dalam benak anak tersebut menjadi bertambah lengkap. Skema awalnya tidak hanya tetap dipakai, tetapi juga dikembangakan dan dilengkapi. Akomodasi adalah proses menstrukturkan kembali pengalaman dan pengalaman baru dengan jalan mengadakan modifikasi skema yang ada atau bahkan membentuk pengalaman yang benar-benar baru. Contohnya: seorang peserta didik telah memahami bahwa himpunan bilangan itu tetap saja sama, walaupun urutannya diubah. Kemudian peserta didik tersebut mengalami pengalaman baru tentang adanya bilangan kardinal dan ordinal, bulat dan pecahan. Walaupun ada tambah pengetahuan baru, struktur kognitifnya tetap yang ada tetap saja ada dan tidak berubah,

artinya bahwa sifat bilangan itu tetap sama walaupun pengaturannya diubah.

Penerapan dari empat tahap perkembangan intelektual anak yang dikemukakan oleh Piaget dalam pembelajaran matematika, adalah sebagai berikut.

1) Tahap sensorimotor
   Umumnya tahap ini dialami oleh anak yang berusia 0-2 tahun. Pada tahap ini, anak mengembangkan kemampuan matematika melalui interaksi dengan benda-benda konkret di lingkungannya. Anak-anak pada tahap sensorimotor memiliki beberapa pemahaman tentang konsep angka dan menghitung. Misalnya: Orang tua dapat membantu anak- anak mereka menghitung dengan jari, mainan dan permen. Sehingga anak dapat menghitung benda yang dia miliki dan mengingat apabila ada benda yang hilang.
2) Tahap pra operasional
   Tahap ini dialami oleh anak yang berusia 2 -7 tahun. Piaget membagi perkembangan kognitif tahap persiapan operasional dalam dua bagian, yaitu a) usia 2 – 4 tahun, pada usia ini, seorang anak mulai dapat menggunakan simbol atau tanda untuk merepresentasikan suatu benda yang tidak tampak dihadapannya. Penggunaan simbol itu tampak dalam 4 gejala berikut imitasi tidak langsung, permainan simbolis, menggambar, dan gambaran mental, b) usia 4 – 7 tahun (pemikiran intuitif), pada usia ini, pemikiran anak semakin berkembang pesat. Tetapi perkembangan itu belum penuh karena anak masih mengalami operasi yang tidak lengkap dengan suatu bentuk pemikiran atau penalaran yang tidak logis.
3) Tahap operasi konkret

Tahap ini dialami oleh anak yang berusia 7 – 11 tahun. Tahap ini dicirikan dengan perkembangan sistem pemikiran yang didasarkan pada aturan-aturan tertentu yang logis. Tahap operasi konkret ditandai dengan adanya sistem operasi berdasarkan benda nyata/konkret. Anak masih mempunyai kesulitan untuk menyelesaikan persoalan yang mempunyai banyak variabel. Misalnya, bila suatu benda A dikembangkan dengan cara tertentu menjadi benda B, dapat juga dibuat bahwa benda B dengan cara tertentu kembali menjadi benda A. Dalam matematika, diterapkan dalam operasi penjumlahan (+), pengurangan (-), urutan (<), dan persamaan (=).

4) Tahap operasi formal

Tahap ini dialami oleh anak yang berusia lebih dari 11 tahun. Pada tahap ini, anak sudah mampu berpikir abstrak bila dihadapkan kepada suatu masalah dan ia dapat mengisolasi untuk sampai kepada penyelesaian masalah tersebut. Pikirannya sudah dapat melampaui waktu dan tempat tidak hanya terikat pada hal yang sudah dialami.

C. Teori Sosiokultural Vygotsky

Teori Vygotsky menekankan pada hakekat sosiokultural dari pembelajaran (Zhou & Brown, 2017). Vygotsky, mengkritik pendapat Piaget yang menyatakan bahwa faktor utama yang mendorong perkembangan kognitif seseorang adalah motivasi atau daya juang individu sendiri untuk mau belajar dan berinteraksi dengan lingkungan.Vygotsky justru berpendapat bahwa interaksi sosial, yaitu interaksi individu tersebut dengan orang-orang lain, merupakan faktor yang terpenting yang mendorong atau memicu perkembangan kognitif seseorang (Kilpatrick, Swafford, & Findell, 2001). Sebagia contoh, seorang anak

belajar berbicara sebagai akibat dari interaksi anak itu dengan orang-orang di sekelilingnya, terutama orang yang sudah lebih dewasa (yaitu orang-orang yang sudah lebih mahir berbicara daripada si anak). Interaksi dengan orang-orang lain memberikan rangsangan dan bantuan bagi si anak untuk berkembang. Proses-proses mental yang dialami oleh seorang anak dalam interaksinya dengan orang-orang lain diinternalisasi oleh si anak. Dengan cara ini kemampuan kognitif si anak berkembang. Vygotsky berpendapat pula bahwa proses belajar akan terjadi secara efisien dan efektif apabila si anak belajar secara kooperatif dengan anak-anak lain suasana lingkungan yang mendukung, dalam bimbingan atau pendampingan seseorang yang lebih mampu atau lebih dewasa, misalnya seorang guru.

Menurut Vygotsky (1978) setiap anak mempunyai apa yang disebut zona perkembangan proksimal *(zone of proximal development*), yang oleh Vygotsky didefinisikan sebagai "jarak" atau selisih antara tingkat perkembangan anak yang aktual, yaitu tingkat yang ditandai dengan kemampuan anak untuk menyelesaikan soal-soal tertentu secara mandiri, dengan tingkat perkembangan potensial yang lebih tinggi, yang bisa dicapai oleh anak jika mendapat bimbingan dari seseorang yang lebih dewasa atau lebih kompeten. Dengan kata lain, zona perkembangan proksimal adalah selisih antara apa yang bisa dilakukan seorang anak secara mandiri dengan apa yang bisa dicapai oleh anak tersebut saat mendapat bantuan dari seseorang yang lebih kompeten. Bantuan dari seorang yang lebih dewasa atau lebih kompeten dengan maksud agar anak mampu untuk mengerjakan tugas-tugas atau soal-soal yang lebih tinggi tingkat kerumitannya daripada tingkat perkembangan kognitif yang aktual dari anak yang bersangkutan disebut

dukungan dinamis atau *scaffolding*. *Scaffolding* berarti memberikan sejumlah besar bantuan kepada peserta didik selama tahap-tahap awal pembelajaran dan kemudian mengurangi bantuan tersebut dan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengambil alih tanggung jawab yang semakin besar setelah dapat melakukannya. Bentuk dari bantuan itu berupa petunjuk, peringatan, dorongan, penguraian langkah-langkah pemecahan, pemberian contoh, atau segala sesuatu yang dapat mengakibatkan peserta didik mandiri.

Vygotsky yakin bahwa fungsi mental yang lebih tinggi umumnya muncul dalam percakapan/kerjasama antar peserta didik sebelum fungsi mental yang lebih tinggi itu terserap. Slavin (1994) mengatakan:

"*The most important of Vygotsky's theory is an emphasis on the sosiocultural nature of learning. He believed that learning takes place when children are working within their zone of proximal development. Task within the zone of proximal development are ones that a child cannot yet do alone but could do with the assistance of peers or adults. That is, the is capable of learning at given time. Vygotsky further believed that higher mental functional usually exists in comversation and collaboration among individuals before it exists within the individual*".

Dari kutipan di atas nampak bahwa kontribusi penting dari teory Vygotsky penekanannya adalah pada sifat alami sosiokultural dari pembelajaran. Menurut Vygotsky, pembelajaran berlangsung ketika peserta didik bekerja dalam *zone of proximal development* sehingga dalam menyelesaikan tugas-tugas belajarnya peserta didik tidak dapat sendiri.

Tugas guru adalah menyediakan atau mengatur lingkungan belajar peserta didik, dan mengatur tugas-tugas yang harus dikerjakan peserta didik, serta memberikan

dukungan dinamis, sedemikian hingga setiap peserta didik bisa berkembang secara maksimal dalam zona perkembangan proksimal masing-masing. Guru kiranya bisa memanfaatkan Teori Piaget dan Teori Vygotsky dalam upaya untuk melakukan proses pembelajaran yang efektif. Di satu pihak, guru perlu mengupayakan supaya setiap peserta didik berusaha untuk mengembangkan diri masing-masing secara maksimal, yaitu mengembangkan kemampuan berpikir dan bekerja secara independen (sesuai dengan Teori Piaget). Di lain pihak, guru perlu juga mengupayakan agar peserta didik aktif berinteraksi dengan peserta didik lain dan orang lain di lingkungan masing-masing (sesuai dengan Teori Vygotsky). Jika kedua hal itu dilakukan, perkembangan kognitif tiap-tiap peserta didik akan bisa terjadi secara optimal.

Implikasi dari teori sosiokultural Vygotsky dalam pembelajaran adalah pemberian ataupun disposisi tanggung jawab kepada peserta didik untuk mengatur dan mengendalikan kegiatan belajarnya. Konsep zona perkembangan proksimal memfokuskan pada agenda negosiasi antara guru dan peserta didik dalam rangka memberikan arahan kepada peserta didik untuk mengambil lebih banyak tanggungjawab untuk mengatur aktivitas mereka sendiri (Zimmerman, 1989b). Dengan demikian, peserta didik berkesempatan untuk memperoleh arahan serta bimbingan yang tepat sasaran terkait jenis maupun bentuk kompetensi yang menjadi target pencapaiannya. Selain itu, melalui bimbingan guru juga menjadikan peserta didik dapat bertanggungjawab dalam mengatur dan menyelesaikan urusan tugas dan pekerjaannya dalam rangka menstimulus kreativitas dan pendewasaan. Proses ini mendorong peserta didik untuk mengembangkan

kemampuan pengaturan dirinya dan juga interaksinya dengan orang lain di tengah-tengah berbagai bentuk tantangan, permasalahan ataupun situasi yang dihadirkan dalam pembelajaran.

Teori sosiokultural Vygotsky direpresentasikan melalui aktivitas kerjasama kelompok di antara peserta didik. Melalui aktivitas ini peserta didik dapat belajar dan berlatih untuk membangun sekaligus memelihara hubungan sosial dengan orang lain. Hubungan interaksi sosial tersebut tidak hanya semata-mata berorientasi pada kepentingan jangka pendek pada saat-saat tertentu namun juga dilandasi kerelaan dan perasaan empati satu sama lain. Oleh karena itu, teori ini melandasi penetapan *project-based learning* sebagai salah satu model pembelajaran yang diadopsi dalam model pembelajaran STEMI. Pembelajaran berbasis proyek berpusat pada peserta didik berlandaskan prinsip konstruktivisme yang menekankan pada keterlibatan aktif dalam interaksi sosial (berbagi pengetahuan dan pemahaman) untuk menangani suatu masalah dalam rangka menghasilkan dan menyajikan suatu produk (Kokotsaki, Menzies, & Wiggins, 2016). Tudge dan Winterhoff menjelaskan tentang beberapa implikasi umum dari gagasan Vygotsky tentang pengaruh sosial pada perkembangan kognitif peserta didik di dalam kegiatan pembelajaran (Zhou & Brown, 2017) yang meliputi:

1) Peran sentral dari efektivitas hubungan sosial antara guru dengan peserta didik dalam mendukung perkembangan kognitif peserta didik.
2) Eksistensi budaya dan iklim sosial yang turut mempengaruhi pembentukan persepsi maupun perspektif positif peserta didik tentang beragam obyek kajian dan permasalahan, seperti persepsi tentang

sekolah, pembelajaran, filosofi pendidikan dan sebagainya.

3) Pentingnya kekuatan bahasa dan komunikasi dalam mentransfer pengaruh sosiokultural pada anak (peserta didik).
4) Kegiatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student-centered learning*) yang dapat memberikan kebebasan yang bertanggungjawab kepada peserta didik untuk mengembangkan potensinya berbasis prinsip konstruktivisme dalam konteks interaksi sosial.

D. Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project-Based Learning*)

Bell dalam Ryandi et al. (2018) menyatakan model pembelajaran sebagai: "A *teaching/learning model is a generalized instructional process wich may be used for many different in a variety of subjects*". Berdasarkan kutipan tersebut dapat dikatakan bahwa suatu model pembelajaran harus dapat diaplikasikan dalam setiap mata pelajaran dengan baik dan mudah. Meskipun demikian tidak ada satu model yang cocok untuk setiap materi atau semua mata pelajaran, sehingga perlu ada penyesuaian.

Model pembelajaran adalah suatu rencana kegiatan pembelajaran atau desain yang digunakan sebagai panduan dalam merencanakan pembelajaran di kelas. Setiap model pembelajaran bertujuan untuk merancang pembelajaran yang efektif dan efisien sehingga tujuan pembelajaran dapat dicapai. Model pembelajaran menurut Eggen dan Kauchak (1995) didefinisikan sebagai strategi pelaksanaan pembelajaran yang didesain untuk mencapai tujuan pembelajaran. Adapun menurut Arends suatu model pembelajaran merupakan pendekatan pembelajaran yang akan dilaksanakan di kelas dengan harapan mencapai tujuan

pembelajaran (Arends, 1997). Selain itu, model pembelajaran juga mengarah pada pemanfaatan lingkungan sebagai sumber belajar dan strategi mengelola kelas. Berdasarkan beberapa pendapat di atas, model pembelajaran merupakan suatu strategi atau desain aktivitas yang dirancang oleh guru agar peserta didik mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan dengan efektif, efisien, dan menyenangkan.

Ada empat ciri khas model pembelajaran yang dikemukakan Arends, yaitu 1) rasional teoretis yang bersifat logis yang bersumber dari perancangannya, 2) dasar pemikiran tentang tugas pembelajaran yang hendak dicapai dan bagaimana peserta didik belajar untuk mencapai tujuan tersebut, 3) aktivitas mengajar guru yang diperlukan agar model pembelajaran dapat dilaksanakan secara efektif, dan 4) lingkungan belajar yang diperlukan untuk mencapai tujuan (Arends, 1997). Sedangkan Joyce dkk (2015) menyebutkan terdapat lima unsur penting dari suatu model pembelajaran, yaitu 1) sintaks, yakni suatu urutan kegiatan yang biasa juga disebut fase, 2) sistem sosial, yakni peranan guru dan peserta didik serta jenis aturan yang diperlukan, 3) prinsip-prinsip reaksi, yakni memberi gambaran kepada guru tentang cara memandang atau merespons pertanyaan-pertanyaan peserta didik, 4) sistem pendukung, yakni kondisi yang diperlukan oleh model tersebut, dan 5) dampak instruksional dan dampak pengiring, yakni hasil yang akan dicapai peserta didik setelah mengikuti pembelajaran.

Strategi pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran matematika dalam kerangka integrasi STEM dan Islam adalah *project based learning/PjBL* (pembelajaran berbasis proyek*)* (Capraro, Capraro, & Morgan, 2013), *problem based learning* (Kennedy, 2014), *problem solving* (Stone-

MacDonald et al., 2015). STEM *Project* yang diberikan kepada peserta didik dapat berupa proyek pribadi ataupun kelompok dengan alokasi waktu yang tergantung pada aktivitas STEM yang diberikan. Berikut beberapa strategi yang dapat dilakukan dalam pelaksanaan pembelajaran STEM di sekolah antara lain (Seameo, 2018)

- Pembelajaran STEM yang berbasis proyek (*Project-Based Learning*). STEM Project yang diberikan kepada peserta didik dapat berupa proyek pribadi ataupun kelompok dengan alokasi waktu yang tergantung pada aktivitas STEM yang diberikan.
- Pengembangan *proportional reasoning activity* dalam penerapan STEM.
- Menjalin kerjasama dengan perusahaan atau lembaga atau STEM *community* untuk membantu peserta didik belajar dengan STEM secara lebih bermakna

Pembelajaran berbasis proyek (PjBL) telah menjadi tradisi panjang di sekolah umum Amerika, dimulai dari abad ke-19 oleh karya Francis W. Parker dan John Dewey. Sebagai metode untuk pendidikan umum, gagasan pengajaran kelas berbasis proyek diawali dari pertanian dan seni industri dan, setelah pertama kali diterapkan di sekolah dasar, diperluas ke semua tingkatan kelas (Burlbaw et al., 2013). PjBL difokuskan pada masalah "dunia nyata" dengan hasil yang nyata dan terukur, metode proyek dengan cepat diadopsi dan diterapkan pada aktivitas apa pun yang menarik bagi peserta didik. Kurangnya definisi ringkas untuk metode proyek telah menghalangi penilaian keberhasilannya, terlepas dari, "metode" menjadi model pengajaran "terkini" di semua mata pelajaran untuk semua peserta didik, seringkali gagal untuk memenuhi kebutuhan anak-anak, guru, atau masyarakat. Metode proyek, sebagai istilah

deskriptif untuk praktik sekolah, diganti dengan keterpusatan pada anak dan kurikulum aktivitas. Setelah periode hampir tidak dikenal, PjBL telah banyak digunakan oleh pendidik untuk mendidik peserta didik abad ke-21.

Kilpatrick sering disebut sebagai salah satu profesor paling populer dan sering dikritik oleh para sarjana Era Progresif (Ravitch, 2000). Kilpatrick pernah menjadi mahasiswa di Teachers College, belajar di bawah bimbingan Dewey. Akibatnya, pragmatisme Dewey dan filsafat pembelajaran pengalaman membentuk teori pedagogis Kilpatrick dan, lebih khusus lagi, pendekatannya terhadap metode proyek (Burlbaw et al., 2013). Meskipun diidentifikasikan sebagai bapak metode proyek modern, Kilpatrick dengan mudah mengakui bahwa ia terlambat menggunakan istilah proyek, bahwa ia tidak mengetahui warisannya, tetapi ia melihat nilai dalam menggunakan istilah tersebut. Sejarah panjang dan berbeda dari metode proyek dapat dibagi menjadi lima fase:

1590-1765: Awal pekerjaan proyek di sekolah arsitektur di Eropa.

1765-1880: Proyek sebagai metode pengajaran reguler dan dipindahkan ke Amerika.

1880-1915: Bekerja pada proyek dalam pelatihan manual dan di sekolah umum umum.

1915-1965: Pendefinisian ulang metode proyek dan transplantasinya dari Amerika kembali ke Eropa.

1965-hari ini: Penemuan kembali gagasan proyek dan gelombang ketiga dari penyebaran internasionalnya (Knoll, 1997).

Kilpatrick menjabarkan prinsip-prinsip pembelajaran pedagogis dan psikologis yang menjadi dasar ide proyek dan memberikan arahan kepada para guru. Kilpatrick, mengikuti

gagasan Dewey dan yang lainnya bahwa sekolah bukan untuk kehidupan tetapi kehidupan itu sendiri (Burlbaw et al., 2013). Pemikiran Dewey seringkali sulit untuk dijabarkan, tetapi akar dari ide Kilpatrick secara konsisten terbukti dalam tulisan Dewey pada akhir abad kesembilan belas dan awal abad kedua puluh. Kilpatrick mendefinisikan proyek sebagai "*hearty purposeful act*". "Purpose" mengandaikan kebebasan bertindak dan tidak dapat didikte. Namun, jika, "tujuan mati dan guru masih membutuhkan penyelesaian dari apa yang telah dimulai, maka itu [proyek] menjadi tugas" - kerja dan aktivitas yang membosankan (Knoll, 1997). Kilpatrick menetapkan motivasi peserta didik sebagai fitur penting dari metode proyek. Apa pun yang dilakukan anak itu, selama itu dilakukan "dengan sengaja", adalah sebuah proyek. Tidak ada aspek kehidupan berharga yang dikecualikan. Kilpatrick tidak mengaitkan proyek dengan mata pelajaran dan bidang pembelajaran tertentu seperti pelatihan manual atau pekerjaan yang membangun (Burlbaw et al., 2013).

Pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning/PjBL*) adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek sebagai inti pembelajaran (Klein et al., 2009; Trisdiono, 2014). Dalam modul implementasi kurikulum 2013 dijelaskan bahwa PjBL adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek/ kegiatan sebagai inti pembelajaran. Peserta didik melakukan eksplorasi, penilaian, interpretasi, sintetis, dan informasi untuk menghasilkan berbagai bentuk belajar (Kemendikbud RI, 2016). Model pembelajaran ini merupakan model pembelajaran inovatif yang melibatkan kerja proyek dimana peserta didik bekerja secara mandiri dalam mengkonstruksi pembelajarannya dan mengkulminasikannya dalam produk

nyata. Model pembelajaran yang dianjurkan untuk digunakan pada kurikulum 2013 adalah model pembelajaran yang berorientasi pada peserta didik (*student centered*) yang salah satunya adalah model pembelajaran PjBL (Kemendikbud RI, 2016). Model ini juga bertujuan untuk membimbing peserta didik dalam sebuah proyek kolaboratif yang mengintegrasikan serbagai subyek (materi) kurikulum, memberikan kesempatan kepada para peserta didik untuk menggali konten (materi) dengan menggunakan berbagai cara bermakna bagi dirinya, dan melakukan eksperimen secara kolaboratif.

Menurut NYC *Departement of Education* model pembelajaran PjBL merupakan strategi pembelajaran dimana peserta didik harus membangun pengetahuan konten mereka sendiri dan mendemonstrasikan pemahaman baru melalui berbagai bentuk representasi (Klein et al., 2009). Menurut Danielle C Zimmerman (2010) PjBL adalah metode pembelajaran yang memungkinkan peserta didik untuk membangun keterampilan dan memperoleh konten melalui teknik berbasis proyek, kooperatif dan langsung. Sedangkan menurut Stephanie Bell (2010) PjBL adalah pendekatan pembelajaran yang digerakkan oleh peserta didik dan difasilitasi oleh guru. Peserta didik mengejar pengetahuan dengan mengajukan pertanyaan yang membangkitkan rasa ingin tahu alami mereka.

Pembelajaran berbasis proyek yang efektif memiliki karakteristik berikut: 1) mendukung peserta didik untuk menyelidiki ide dan pertanyaan penting, 2) dibingkai dalam proses penyelidikan, 3) dibedakan sesuai kebutuhan dan minat peserta didik, 4) didorong oleh produksi dan presentasi mandiri peserta didik daripada penyampaian informasi oleh guru, 5) memerlukan penggunaan pemikiran

kreatif, pemikiran kritis, dan keterampilan informasi untuk menyelidiki, menarik kesimpulan, dan mengkreasi konten, dan 6) terhubung ke dunia nyata dan masalah dan isu otentik (Klein et al., 2009). Sedangkan menurut Winastwan et al (2010) model pembelajaran PjBL mempunyai beberapa karakteristik, yaitu sebagai berikut: 1) mengembangkan pertanyaan atau masalah, yang berarti pembelajaran harus mengembangkan pengetahuan yang dimiliki oleh peserta didik, 2) memiliki hubungan dengan dunia nyata, berarti bahwa pembelajaran yang outentik dan peserta didik dihadapkan dengan masalah yang ada pada dunia nyata, 3) menekankan pada tanggung jawab peserta didik, merupakan proses peserta didik untuk mengakses informasi untuk menemukan solusi yang sedang dihadapi, dan 4) penilaian, penilaian dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung dan hasil proyek yang dikerjakan peserta didik.

Sedangkan Shpeizer (2019) merinci beberapa karakteristik mendasar yang melekat pada *project-based learning*, meliputi: 1) penyelidikan mendalam (*in-depth inquiry*), yaitu tuntutan untuk menerapkan pendekatan akademis baku dalam rangka melakukan penelitian ataupun penyelidikan penuh atas suatu masalah dengan mencakup kegiatan menyusun pertanyaan penyelidikan, menemukan sumber informasi ataupun sumber masalah, mengumpulkan informasi, menganalisis dan mensintesis hasil temuan, serta menerapkan informasi, 2) keaslian (*authenticity*), yaitu tuntutan untuk merencanakan dan melaksanakan kegiatan proyek berbasis masalah-masalah faktual yang berkorelasi langsung dengan kebutuhan (urgensi) di dunia nyata (bukan sekadar simulasi atau latihan hipotesis). 3) pembelajaran aktif (*active learning*), yaitu tuntutan peserta didik untuk terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran baik dalam

membangun (mengonstruksi) maupun menerapkan pengetahuan yang telah diperoleh, 4) kebebasan dan otonomi (*freedom and autonomy*), yaitu tuntutan kepada peserta didik untuk bertanggungjawab baik dalam mengelola, mengendalikan maupun mengorganisasikan sebagaian besar porsi dari kegiatan pembelajaran, 5) penyediaan pertanyaan-pertanyaan atau masalah-masalah yang menantang (*challenging questions or problems*), yaitu tuntutan untuk menghadirkan pertanyaan ataupun permasalahan yang menantang sehingga mampu menstimulus motivasi peserta didik untuk melakukan kegiatan pembelajaran dan juga melaksanakan kegiatan proyek, 6) pembelajaran kolaboratif (*collaborative learning*), yaitu tuntutan untuk mengatur kegiatan pembelajaran berbasis prinsip kolaborasi dalam kelompok kecil. Meskipun pekerjaan proyek berdasarkan prinsip PjBL dapat dilakukan secara mandiri (individual), namun pengaturan pembelajaran dalam bentuk kolaborasi kelompok memiliki lebih banyak keuntungan sebagaimana mengacu pada teori sosiokultural Vygotsky, 7) penyusunan dan presentasi produk (*product preparation and presentation*), yaitu tuntutan untuk menghasilkan produk akhir sebagai ciri maupun karakteristik utama dari PjBL dan sekaligus tanggungjawab untuk dapat mempresentasikan dan mengkomunikasikannya dengan audiens.

Model pembelajaran PjBL dikembangkan berdasarkan tingkat perkembangan berfikir peserta didik dengan berpusat pada aktivitas belajar peserta didik sehingga memungkinkan mereka untuk beraktivitas sesuai dengan keterampilan, kenyamanan, dan minat belajarnya. Model ini memberikan kesempatan pada peserta didik untuk menentukan sendiri proyek yang akan dikerjakannya baik dalam hal merumuskan pertanyaan yang akan dijawab,

memilih topik yang akan diteliti, maupun menentukan kegiatan penelitian yang akan dilakukan. Peran guru dalam pembelajaran adalah sebagai fasilitator, menyediakan bahan dan pengalaman bekerja, mendorong peserta didik berdiskusi dan memecahkan masalah, dan memastikan peserta didik tetap bersemangat selama mereka melaksanakan proyek.

Menurut Thomas dalam pelaksanaannya, pembelajaran berbasis proyek memiliki beberapa prinsip yaitu (Wena, 2011):

1. Sentralistis. Model pembelajaran ini merupakan pusat dari strategi pembelajaran, karena peserta didik mempelajari konsep utama dari suatu pengetahuan melalui kerja proyek. Pekerjaan proyek merupakan pusat dari kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh peserta didik di kelas.
2. Pertanyaan Penuntun. Pekerjaan proyek yang dilakukan oleh peserta didik bersumber pada pertanyaan atau persoalan yang menuntun peserta didik untuk menemukan konsep mengenai bidang tertentu. Dalam hal ini aktivitas bekerja menjadi motivasi eksternal yang dapat membangkitkan motivasi internal pada diri peserta didik untuk membangun kemandirian dalam menyelesaikan tugas.
3. Investigasi Konstruktif. Pembelajaran berbasis proyek terjadi proses investigasi yang dilakukan oleh peserta didik untuk merumuskan pengetahuan yang dibutuhkan untuk mengerjakan proyek. Oleh karena itu guru harus dapat merancang strategi pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk melakukan proses pencarian dan atau pendalaman konsep pengetahuan dalam rangka menyelesaikan masalah atau proyek yang dihadapi.

4. Otonomi. Pembelajaran berbasis proyek, peserta didik diberi kebebasan atau otonomi untuk menentukan target sendiri dan bertanggung jawab terhadap apa yang dikerjakan. Guru berperan sebagai motivator dan fasilitator untuk mendukung keberhasilan peserta didik dalam belajar.
5. Realistis. Proyek yang dikerjakan oleh peserta didik merupakan pekerjaan nyata yang sesuai dengan kenyataan di lapangan kerja atau di masyarakat. Proyek yang dikerjakan bukan dalam bentuk simulasi atau imitasi, melainkan pekerjaan atau permasalahan yang benar-benar nyata.

Berikut beberapa strategi yang dapat dilakukan dalam pelaksanaan pembelajaran STEM di sekolah antara lain (Seameo, 2018)

- Pembelajaran STEM yang berbasis proyek (*Project-Based Learning*). Proyek STEM yang diberikan kepada peserta didik dapat berupa proyek pribadi ataupun kelompok dengan alokasi waktu yang tergantung pada aktivitas STEM yang diberikan.
- Pengembangan *proportional reasoning activity* dalam penerapan STEM.
- Menjalin kerjasama dengan perusahaan atau lembaga atau STEM *community* untuk membantu peserta didik belajar dengan STEM secara lebih bermakna

Strategi dalam PJBL berikut telah terbukti efektif untuk semua peserta didik yang menantang diri mereka sendiri untuk mempelajari konten dan keterampilan baru (Klein et al., 2009). Strategi tersebut antara lain

1. Bangkitkan minat dengan proyek yang memberikan pengalaman yang membangkitkan rasa ingin tahu

mereka; biarkan peserta didik menindaklanjuti ide yang menarik bagi mereka.

2. Tetapkan tujuan yang jelas dalam setiap proses, yang disampaikan dengan cara yang konsisten dengan preferensi belajar peserta didik.
3. Tawarkan model yang jelas dan kesempatan tambahan yang dipandu guru untuk mempraktikkan fase abstrak dari inkuiri seperti "konstruksi".
4. Pastikan bahwa peserta didik-peserta didik ini tidak tersesat dalam kelompok; beri mereka perhatian individu atau pasangkan dengan sesama peserta didik agar ada waktu bertukar pikiran.
5. Ubah standar dan penilaian bagi peserta didik penyandang disabilitas yang mungkin menunjukkan penguasaan yang lambat.
6. Memberikan kesempatan untuk pembelajaran multi-disiplin selama proyek berlangsung.
7. Tawarkan banyak kesempatan bagi peserta didik untuk berinteraksi dengan gagasan.
8. Gunakan teknik pengajaran fasilitatif:
    - Ajukan pertanyaan yang mengarahkan untuk membantu memperoleh pemahaman.
    - Gunakan petunjuk verbal untuk membantu peserta didik menghubungkan informasi yang dipelajari sebelumnya dengan informasi saat ini dan untuk menarik kesimpulan.
    - Menyediakan struktur organisasi untuk menjaga peserta didik tetap pada.
    - Berikan petunjuk visual di seluruh kelas untuk memandu proses.
    - Menyediakan modeling untuk mendemonstrasikan prosesnya.

9. Berikan dukungan dan umpan balik selama proses:
    - Kelompokkan peserta didik secara strategis dengan teman sebaya yang dapat menjadi teladan dan mitra yang mendukung.
    - Sering mengadakan diskusi tatap muka dengan peserta didik untuk memantau kemajuan dan menilai kebutuhan akomodasi tambahan.
10. Perpanjang waktu untuk menyelesaikan tugas jika diperlukan.
11. Sediakan cara pelaporan alternatif bagi peserta didik penyandang disabilitas atau berkemampuan rendah.

Proyek harus direncanakan dengan hati-hati sebelum dilaksanakan untuk memperjelas tujuan pembelajaran peserta didik, produk akhir, garis waktu, dan kegiatan instruksional. Berikut ini adalah gambaran umum dari proses perencanaan. Langkah-langkah dalam merencanakan proses pembelajaran proyek antara lain: 1) *Establish Content and Skill Goals,* 2) *Develop Formats for Final Products,* 3) *Plan the Scope of the Project*, 4) *Design Instructional Activities*, dan 5) *Assess the Project Design*.

PjBL merupakan metode pembelajaran yang mengajarkan konsep kurikulum melalui proyek. Proyek ini dipandu oleh pertanyaan inkuiri yang mendorong penelitian dan memungkinkan peserta didik menerapkan pengetahuan yang mereka peroleh (Bell, 2010). PJBL merupakan strategi pembelajaran yang memperkuat peserta didik untuk menguasai pengetahuan baru dan mempublikasikan ilmunya melalui berbagai bentuk publikasi (Trisdiono, 2014). Proses pembelajaran berbasis proyek menempatkan peserta didik sebagai subjek pembelajaran. Guru berperan sebagai fasilitator yang mempersiapkan segala sesuatu yang diperlukan dalam proses pembelajaran, memahami peserta

didik dengan bimbingan guru setiap masalah dalam pembelajaran, kompetensi yang harus dikuasai, dan bagaimana mencapai kompetensi, desain proses dan perencanaan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan peserta didik, serta melaksanakan proyek tersebut, proyek diakhiri dengan serangkaian kegiatan untuk disampaikan kepada publik, publikasi, dan presentasi yang dihasilkan.

Fokus PjBL pada pembelajaran di setiap proyek dimulai oleh pertanyaan atau masalah otentik sebagai mata pelajaran utama atau kurikulum, termasuk membangun komunitas peserta didik, dan berpuncak pada penyerahan/presentasi karya peserta didik kepada pihak luar. PjBL berdasarkan lima hal: 1) metode belajar mengajar yang sistematis; 2) keterlibatan dalam pembelajaran (*engagement learning*); 3) berdasarkan keterampilan; 4) penilaian otentik; 5) dan produk berorientasi kerja (Bell, 2010).

Sementara itu, Arlinwibowo et al (2020) mengemukakan langkah inti pendidikan STEM yang disesuaikan dengan kurikulum 2013 adalah: 1) mengidentifikasi masalah, peserta didik dipandu untuk mencermati fenomena atau kejadian terkait tema yang ditentukan oleh guru. Melalui pengamatan tersebut maka peserta didik diharapkan dapat melakukan identifikasi berbagai masalah yang terjadi. Masalah merupakan suatu pertanyaan-pertanyaan yang nantinya akan dijadikan sebagai arah proyek dalam pembelajaran. 2) merancang desain untuk menjawab masalah, tahap merancang desain dilakukan setelah peserta didik mampu melakukan identifikasi masalah serta dapat fokus pada masalah tertentu yang akan dipelajari. Dengan demikian maka peserta didik diarahkan untuk mengumpulkan berbagai informasi relevan sebagai landasan

untuk membuat desain proyek. Desain memuat desain produk dan desain penjadwalan dalam melaksanakan proyek. Rancangan diawali dengan membuat suatu desain produk yang disusun berbasis pengetahuan peserta didik, kemudian peserta didik membuat perkiraan jadwal pembuatan produk. 3) membuat produk, peserta didik melakukan relaisasi rancangan yang mengacu pada perencanaan yang telah disusun pada tahap sebelumnya. 4) melakukan uji coba produk dan evaluasi, produk hasil buatan akan diuji coba untuk menguji kualitasnya. Hasil uji coba akan menghasilkan berbagai data yang dapat dianalisis untuk kemudian menjadi bahan menyimpulkan pakah perlu adanya perbaikan atau tidak. 5) merevisi produk, berdasarkan penyimpulan hasil uji coba maka peserta didik fokus pada beberapa bagian yang akan direvisi. Perbaikan tersebut bertujuan agar alat dapat berfungsi dengan lebih baik. 6) menyimpulkan dan mengomunikasikan temuan, setelah produk akhir dinyatakan final maka peserta didik diarahkan untuk membuat kesimpulan berdasarjab pada proses yang telah dilalui, termasuk mengapa harus dilakukan revisi. Guru mengondisikan agar peserta didik mampu menyimpulkan hasil proyek dalam ranah keilmuan yang disasar (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Hasil temuan dipresentasikan dihadapan teman-teman lain dan dilakukan komunikasi dua arah sehingga peserta didik bisa saling menanggapi.

Pembelajaran dalam PjBL biasanya berlangsung melalui siklus bertanya, melaksanakan penyelidikan, menerapkan logika dan penalaran, mengembangkan dan menguji hipotesis, mengevaluasi bukti, mensintesis informasi, dan mengintegrasikan masukan rekan dan guru yang mengarah pada tingkat pemahaman yang lebih dalam

(English & Kitsantas, 2013). Kegiatan ini terjadi dalam tiga fase utama: 1) peluncuran proyek/masalah, 2) penyelidikan terpandu dan pembuatan produk/solusi, dan 3) penyelesaian proyek/masalah (Mergendoller, Markham, Ravitz, & Larmer, 2006). English & Kitsantas (2013) mengemukakan ada hubungan timbal balik yang dinamis antara aktivitas PjBL di kelas dan proses kemandirian belajar yang bersifat internal bagi peserta didik. Mengingat sifat dari hubungan ini, setiap fase PjBL menghadirkan peluang untuk menerapkan proses pengaturan mandiri tertentu; pada gilirannya, pembelajaran mandiri yang efektif dapat meningkatkan kinerja di ketiga fase PjBL. Menautkan aktivitas spesifik di setiap fase PjBL ke proses berpikir peserta didik yang sesuai untuk dikembangkan menawarkan kerangka kerja untuk memfokuskan upaya pendidik untuk mendorong proses berpikir peserta didik. Tiga fase PjBL dijelaskan di bawah ini.

Tahap 1: Peluncuran Proyek/Masalah

Selama Tahap 1 PjBL (Peluncuran Proyek/Masalah), peserta didik memperoleh pemahaman tentang pertanyaan penggerak (pertanyaan penting atau pernyataan masalah), tujuan pembelajaran, dan "kebutuhan untuk tahu" mereka (Mergendoller et al., 2006). Selama fase ini, kegiatan PJBL mengaktifkan pikiran dan perasaan yang dibutuhkan untuk motivasi, menghasilkan visi, dan mengaktifkan pengetahuan sebelumnya. Proses ini memungkinkan peserta didik untuk menyelesaikan tugas PjBL. Selama Fase 1 dari contoh PjBL hipotetis yang diberikan di sini, guru akan memfasilitasi proses yang mendukung peserta didik dalam mengidentifikasi apa yang telah mereka ketahui tentang manate dan apa yang perlu mereka ketahui. Kesenjangan antara apa yang mereka ketahui dan apa yang perlu mereka

ketahui mendorong rencana penyelidikan. Peran guru dalam menyiapkan inkuiri adalah untuk menciptakan lingkungan dan memungkinkan suara dan pilihan peserta didik dalam merencanakan bagaimana melakukan inkuiri secara strategis dan sumber daya apa yang akan digunakan. Praktik yang telah terbukti efektif dalam fase PjBL ini termasuk menggunakan pertanyaan yang dibuat dengan baik, melakukan "aktivitas peluncur," dan memberikan handout yang menguraikan proyek atau struktur masalah dan tonggak penting (English & Kitsantas, 2013).

Tahap 2: Inkuiri Terpandu dan Pembuatan Produk/Solusi

Tahap 2 kegiatan PjBL (Inkuiri Terpandu dan Pembuatan Produk/Solusi) meliputi siklus berulang mengumpulkan informasi, membuat makna, merefleksikan, dan menguji temuan (melalui pemeriksaan bukti, eksperimen, penerapan logika dan alasan, serta masukan dari rekan dan guru), dan merevisi sesuai kebutuhan (Mergendoller et al., 2006). Fase pembelajaran ini sesuai dengan kinerja atau fase kontrol kemauan SRL. Dalam fase ini, proses SRL yang diperlukan untuk mendukung konstruksi pengetahuan meliputi proses pengendalian diri dan observasi diri. Pada Tahap 2, peserta didik terlibat dalam tugas-tugas pembelajaran yang kompleks, seperti memilih jalan mereka sendiri untuk belajar, membangun makna, merefleksikan, menggabungkan umpan balik, dan merevisi gagasan mereka. SRL sangat penting dan harus didukung.

Untuk mendukung peserta didik melalui fase ini, guru harus fokus pada membuat pemikiran peserta didik terlihat. Ketika guru dengan sengaja memunculkan artikulasi pemikiran, penalaran, dan proses peserta didik, peserta didik

memperoleh latihan dalam observasi diri, pemantauan, dan pencarian bantuan, sementara guru dapat menilai tingkat pemahaman dan kemajuan peserta didik, dan memastikan peserta didik menghubungkan aktivitas mereka dengan tujuan pembelajaran.

Tahap 3: Proyek / Kesimpulan Masalah

Selama Tahap 3 PjBL (Proyek/Kesimpulan Masalah), peserta didik merefleksikan hasil pembelajaran dan hasil proses secara keseluruhan, karena mereka berhubungan dengan tujuan dan harapan proyek (Mergendoller et al., 2006). Ini adalah sesi formal yang dirancang dengan maksud untuk memajukan pembelajaran konten dan konsep serta proses pembelajaran. Selama fase ini, peserta didik membagikan proyek atau solusi mereka dan bagaimana mereka sampai pada kesimpulan. Fase 3 dari model SRL mencakup proses seperti evaluasi diri dan reaksi diri. Menggunakan hasil yang dipantau sendiri, pelajar membandingkan kinerja mereka sendiri dengan standar, mempelajari bagaimana orang lain mendekati masalah, membuat atribusi strategis tentang mengapa mereka berhasil atau gagal dalam tugas-tugas selama proyek, menilai apakah mereka puas dengan kinerja mereka, dan mengidentifikasi penyesuaian yang perlu untuk dilakukan dalam upaya mereka untuk belajar, seperti mencari bantuan dari teman sebaya atau guru.

Selama fase ini, peserta didik merefleksikan pengetahuan baru dan pemahaman konseptual serta proses pembelajaran itu sendiri. Peran guru dalam tahap ini adalah untuk mendorong evaluasi dan refleksi teman, untuk memfasilitasi perbandingan sesama, dan untuk terus menghubungkan temuan kembali ke tujuan pembelajaran. Guru juga hendaknya mendorong peserta didik untuk

membagikan apa yang berhasil dengan baik selama proses pembelajaran dan apa yang mungkin mereka lakukan secara berbeda di lain waktu. Praktik ini memunculkan proses evaluasi diri SRL. Selanjutnya, untuk berkontribusi pada kemanjuran diri dan motivasi peserta didik, guru harus memberikan pujian yang difokuskan pada upaya peserta didik (bukan hanya hasil), dan atribut keberhasilan ke tingkat upaya dan penggunaan strategi yang efektif, daripada kemampuan (Schunk & Zimmerman, 2007).

Mengingat penekanan PjBL pada refleksi, pedagogi ini secara alami memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk terlibat dalam penilaian diri sendiri. Namun, untuk lebih berkembang sepenuhnya, guru harus menargetkan proses ini secara langsung. Proses SRL ini tidak hanya penting bagi keberhasilan peserta didik dalam proyek mereka saat ini, tetapi juga memainkan peran penting dalam membentuk pemikiran peserta didik untuk tindakan di masa mendatang, seperti menyesuaikan tujuan dan perencanaan strategis. Penting untuk dicatat bahwa meskipun Fase 3 PjBL difokuskan secara khusus pada refleksi, ini bukan satu-satunya saat refleksi terjadi di PjBL; pada kenyataannya, refleksi berkelanjutan sangat penting untuk belajar selama proyek atau masalah. Bergantung pada kompleksitas tugas, peserta didik dapat terlibat dalam beberapa putaran umpan balik siklis.

Sementara itu Remijan (2017) memodifikasi 12 langkah pembelajaran berbasis proyek pada proses belajar matematika dengan *Project Fire RESCUE*. Langkah-langkah tersebut adalah 1) *Determine the Problem,* 2) *Brainstorm,* 3) *Conduct Research and Preliminary Calculations,* 4) *Generate Ideas,* 5) *Acquire Professional Feedback,* 6) *Make Improvements/Prepare a Proposal, 7. Present a Design Proposal, 8. Select the Best Solutions*

and Make Improvements, 9. Analyze Architect Created Blueprints, 10. Calculate Costs, 11. Build a Model, dan 12*) Present Final Projects and Gain Community Recognition*.

E. Pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*)

STEM merupakan akronim dari *Science, Technology, Engineering* dan *Mathematics* yang merupakan pendekatan pembelajaran integrasi interdisiplin antara keempatnya. Torlakson (2014) menyatakan bahwa integrasi empat aspek ini merupakan perpaduan yang saling melengkapi antara masalah yang terjadi di dunia nyata dan pembelajaran yang didasarkan pada masalah tersebut. STEM mampu menciptakan sebuah sistem pembelajaran secara integratif dan pembelajaran interaktif karena keempat aspek digunakan secara bersamaan untuk menyelesaikan masalah. Jawaban yang dihasilkan oleh peserta didik menunjukkan bahwa peserta didik mampu untuk mengintegrasikan konsep abstrak dari keempat aspek dalam STEM.

Istilah "pendidikan STEM" mengacu pada pengajaran dan pembelajaran di bidang sains, teknologi, *engineering*, dan matematika; biasanya termasuk kegiatan pendidikan di semua tingkatan kelas, dari pra-sekolah hingga pasca-doktoral, dan di lingkungan kelas formal dan informal (Kennedy, 2014). Sementara penyelidikan ilmiah melibatkan perumusan pertanyaan yang dapat dijawab melalui penyelidikan, desain teknik melibatkan perumusan masalah yang dapat diselesaikan dengan membangun dan mengevaluasi selama tahap desain pasca. Pendidikan STEM menyatukan kedua konsep ini melalui keempat disiplin ilmu.

Pendidikan STEM dapat membangun pengetahuan konseptual peserta didik tentang konsep sains dan

matematika yang saling terkait sehingga peserta didik dapat membangun pemahaman tentang *engineering* dan teknologi (Mcdonald, 2016). Matematika dalam konteks nyata, realistis, dan bermakna melalui aplikasi dan penemuan teknologi. Belajar dengan cara ini lebih menyenangkan, melibatkan langsung dan memberi Anda pengalaman terus menerus merangsang anak-anak untuk berpikir dan menyelesaikan masalah. Berdasarkan definisi ini, dapat diketahui bahwa tujuan integrasi adalah untuk mengintegrasikan STEM (Sains, Teknologi, *Engineering*, dan Matematika) dalam proses belajar mengajar. Setiap aspek dari STEM memiliki ciri-ciri khusus yang membedakan antara ke empat aspek tersebut. Masing-masing dari aspek membantu peserta didik menyelesaikan masalah jauh lebih komprehensif jika diintegrasikan. Keempat mata pelajaran sebagaimana didefinisikan oleh Dewan Riset Nasional, AS (NRC, 2014) sebagai berikut:

1. Sains adalah pelajaran tentang alam semesta, termasuk aturan-aturan pada alam semesta yang terkait dengan fisika, kimia, dan biologi dan penerapan fakta, prinsip, konsep, atau konvensi yang terkait dengan disiplin ilmu ini.
2. Teknologi terdiri dari seluruh sistem organisasi, pengetahuan, proses dan alat yang digunakan untuk menciptakan dan mengoperasikan fitur teknologi.
3. *Engineering* adalah kumpulan pengetahuan tentang desain dan pembuatan produk dan proses untuk menyelesaikan masalah. *Engineering* memanfaatkan konsep-konsep dalam sains, matematika dan teknologi.
4. Matematika adalah pelajaran tentang pola dan hubungan antara angka, aturan, dan representasi. (Kennedy, 2014; Torlakson, 2014).

Keempat aspek ini menjadikan peserta didik mendapatkan pengetahuan menjadi lebih bermakna jika diintegrasikan dalam proses pembelajaran.

Moore et al (2016) merinci enam inti integrasi STEM, yaitu:

1. Menggunakan konteks pembelajaran yang bermakna dan berhubungan dengan kehidupan nyata peserta didik.
2. Menantang potensi peserta didik menggunakan pendekatan desain rekayasa untuk mengembangkan pemikiran kritis dan kreatif melalui kegiatan yang terkait.
3. Berbantuan teknologi desain sehingga peserta didik dapat belajar dari kegagalan dalam merancang solusi dalam desain teknik dengan desain yang ada.
4. Melaksanakan pembelajaran yang terintegrasi dengan sains dan matematika dan mata pelajaran yang relevan seperti Sastra, Humaniora, dan Studi Sosial.
5. Melaksanakan kegiatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik sehingga peserta didik terlibat aktif dalam pengajaran dan pembelajaran
6. Melatih peserta didik untuk berkolaborasi dan berkomunikasi dalam melakukan kegiatan pendidikan.

Tantangan guru adalah menyiapkan model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengintegrasikan antara pengetahuan dan keterampilan dalam menyelesaikan permasalahannya. Kesempatan akan sulit tercipta jika dalam pembelajaran terjadi pemisahan antara pengetahuan dan keterampilan. Pfeiffer et al. (2013) menyatakan bahwa pembelajaran STEM mengharuskan keterampilan dan pengetahuan dipakai secara bersamaan oleh peserta didik. Garis

penghubung dibutuhkan untuk menjembatani perbedaan dari keempat aspek pada STEM sehingga keempat aspek dalam STEM dapat diberikan dan diterapkan secara bersamaan dalam pembelajaran. Salah satu indikator bahwa peserta didik mampu memahami integrasi interdisiplin dalam STEM adalah peserta didik mampu menghubungkan dan mengintegrasikan seluruh aspek dalam STEM.

Pembelajaran dengan integrasi STEM dapat memberikan latihan kepada peserta didik untuk dapat menerapkan masing-masing aspek sekaligus dalam penyelesaian masalah. Proses pembelajaran yang melibatkan keempat aspek akan membangung pemahaman tentang bagaimana empat aspek tersebut secara bersama-sama digunakan dalam masalah kehidupan sehari-hari. Karakter dalam pembelajaran STEM adalah kompetensi peserta didik memahami konsep dalam suatu masalah (Bybee, 2010). Dalam pembelajaran fisika, STEM membantu peserta didik untuk menggunakan teknologi dan merancang suatu percobaan yang dapat membuktikan aturan atau konsep dalam sains. Kesimpulan tentang aturan sains tersebut didukung oleh data yang dianalisis secara matematis.

Pembelajaran dengan integrasi STEM sangat mungkin diterapkan pada pembelajaran sekolah menengah yang mata pelajarannya membutuhkan pengetahuan yang komplek. John et al. (2016) mengemukakan bahwa STEM adalah pembelajaran yang berkaitan dengan bidang Sains, Teknologi, *Engineering*, dan Matematika. Pendekatan STEM dapat dilakukan pada semua tingkat pendidikan dari tingkat pendidikan dasar dan menengah sampai tingkat pendidikan doktoral. Pelaksanaan pendidikan STEM dalam bidang pendidikan mempunyai tujuan agar peserta didik siap bersaing dalam dunia kerja dan bekerja sesuai

kompetensinya. Penelitian yang dilakukan oleh (Hannover Research, 2011) menggambarkan tujuan utama dari Pendidikan STEM adalah suatu usaha pendidikan yang bersifat holistik dan integratif antara 4 subjek STEM. Integrasi empat subjek dalam pendidikan STEM dikatakan sukses jika semua subjek STEM tersampaikan dalam pembelajaran yang berlangsung dan terjadi keterkaitan di antaranya.

Pendidikan dan era globalisasi adalah dua hal yang tidak terpisahkan karena dalam era globalisasi SDM yang berkualitas dan mampu bersaing menjadi keharusan dan SDM yang berkualitas dihasilkan oleh proses pendidikan. Era Revolusi Industri 4.0 sekarang menjadi pendorong yang kuat agar pendidikan berbenah dan berubah lebih baik dalam menghasilkan lulusan yang kompeten dan berdaya saing tinggi menghadapi perubahan yang sangat cepat dalam berbagai bidang kehidupan. STEM memberikan kesempatan bagi guru untuk menyadarkan dan membekali peserta didik bahwa konsep, prinsip, dan prosedur dari sains, teknologi, *engineering*, dan matematika dapat diterapkan secara terintegrasi dalam menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari. STEM memfokuskan proses pembelajaran pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari dan dalam kehidupan profesi peserta didik di masa yang akan datang. Untuk menghasilkan peserta didik yang kompeten, maka guru juga harus mengembangkan diri baik dalam kompetensi profesional maupun kompetensi pedagogi. Anak-anak perlu disiapkan untuk menghadapi kehidupan di masa yang akan datang yang kompleks dan *unpredictable*. Kehidupan yang tidak hanya membutuhkan pemahaman pada mata pelajaran tetapi lebih pada kemampuan *creative thinking*, serta *critical thinking* dalam menyelesaikan berbagai

masalah yang kompleks dan belum diprediksi sebelumnya dan itulah yang dinamakan *high order thinking skills* (HOTS).

Pendidikan STEM integratif menghadirkan pendekatan yang lebih relevan bagi pendidik untuk memperluas dan meningkatkan pembelajaran STEM untuk peserta didik (John et al., 2016). STEM integratif menawarkan model pembelajaran yang ketat yang memperdalam pembelajaran STEM dari waktu ke waktu melalui pembelajaran berbasis proyek dan penyelidikan/penemuan, membutuhkan lebih banyak alokasi waktu yang dikhususkan untuk pembelajaran STEM, membutuhkan lebih banyak guru untuk mengajar STEM, dan guru yang lebih siap mengajar di disiplin STEM. Program pendidikan STEM integratif dan sumber daya melalui upaya bersama organisasi profesional dalam disiplin STEM, departemen pendidikan, dan perusahaan pendidikan komersial.

Literasi STEM adalah kemampuan mehamami, mengaplikasikan, dan mengintegrasikan konsep-konsep sains, teknologi, enginering, dan matematika untuk memahami permasalahan yang kompleks dan kontekstual dan berkreasi untuk menyelesaikannya (Mcdonald, 2016). Agar praktik pedagogis STEM menjadi efektif, sangat penting bahwa pendekatan pengajaran diubah dari pedagogi tradisional yang berpusat pada guru menjadi pedagogi aktif yang berpusat pada peserta didik untuk mendukung pembelajaran peserta didik.Guru matematika membutuhkan pengetahuan yang mendalam dan luas tentang matematika, keterampilan abad ke-21, pengetahuan tentang satu atau lebih komponen disiplin ilmu STEM, disiplin dan bagaimana mengajarnya, mengajarkan keterampilan abad ke-21 di luar pengetahuan matematika (Beswick & Fraser,

2019). Senada dengan itu, Kennedy (Kennedy, 2014) mengemukakan bahwa guru harus menguasai literasi dalam STEM.

Di Korea, STEM diintegrasikan dengan *art* (seni) menjadi STEAM. Implementasi STEAM di Sekolah Korea dilaksanakan dengan model pembelajaran 5E adalah pendekatan siklus belajar yang memandu peserta didik melalui kegiatan: *engage, explore, explain, elaborate and evaluate* (Chu, Martin, & Park, 2019). Dalam pendekatan integratif ini, ilmu dipelajari bukan sebagai subjek yang terpisah dari mata pelajaran lain dalam kurikulum tetapi sebagai pengetahuan dan keterampilan dengan koneksi ke mata pelajaran seperti matematika dan humaniora. Pendekatan STEAM dirancang untuk menyemangati minat peserta didik dengan memberikan kesempatan untuk mempelajari konten STEM dengan cara yang lebih kreatif dan menarik, melalui kegiatan langsung yang berpusat pada peserta didik, diskusi kelompok dan penggabungan konten interdisipliner dari seni, humaniora dan ilmu sosial.

STEM sebagai pelajaran interdisipliner mensyaratkan bahwa pendekatan pedagogis harus diubah dari pendekatan tradisional untuk mendukung pembelajaran peserta didik.

- Pendidik STEM harus menerapkan strategi pengajaran yang mengintegrasikan pengajaran STEM dengan cara yang menantang peserta didik untuk berinovasi dan menciptakan.
- Pendidik STEM harus menggunakan pembelajaran berbasis masalah dan berbasis proyek dengan serangkaian hasil pembelajaran khusus untuk mendukung pembelajaran peserta didik.

- STEM Pendidik harus menciptakan peluang belajar yang bermakna asalkan pembelajaran konteks disampaikan menggunakan pembelajaran terapan dan kolaboratif.
- Pendidik STEM harus meminta peserta didik untuk menunjukkan pemahaman mereka tentang disiplin ilmu ini dalam lingkungan yang memodelkan konteks dunia nyata untuk belajar dan bekerja.
- Pendidik STEM harus memberikan peserta didik dengan sudut pandang interdisipliner, multikultural, dan multi-perspektif untuk menunjukkan bagaimana STEM melampaui batas-batas nasional memberikan peserta didik perspektif global yang menghubungkan peserta didik dengan komunitas STEM yang lebih luas dan tenaga kerja.

(Kennedy, 2014)

F. Integrasi Keislaman dan Keilmuan

Gagasan tentang perlunya pemaduan akal (ilmu) dan wahyu (iman) dalam berbagai aspek kehidupan bahkan sudah lama menjadi subjek perdebatan di kalangan filsuf dan teolog Muslim (Ditjen Diktis, 2019). Namun demikian, di kalangan para sarjana dan pemikir Muslim kontemporer, terdapat kesamaan pandangan bahwa selama kurang lebih tujuh abad masa kejayaan peradaban Islam (abad VIII-XIV), ilmu dan agama tidak pernah dipandang terpisah atau sebagai dua entitas yang berbeda, tetapi menyatu (*integrated*). Dewasa ini, perkembangan sekolah-sekolah sebagai wadah peserta didik untuk belajar dan menimba ilmu kurang memperhatikan aspek agama dalam perkembangan keilmuannya karena agama dipandang sebagai sesuatu yang terpisah dengan ilmu pengetahuan, baik ilmu pengetahuan

sosial humaniora, maupun ilmu pengetahuan kealaman atau sains (Abdullah et al., 2004).

Integrasi keilmuan semula dilatarbelakangi oleh adanya anggapan sebagian besar masyarakat tentang terpisahnya ilmu pengetahuan dan ilmu agama atau oleh ahli disebut sebagai dualisme atau dikhotomi keilmuan antara ilmu-ilmu umum dan ilmu-ilmu agama Islam. Dikhotomi keilmuan tersebut berdampak luas terhadap berbagai aspek terutama pada aspek pendidikan di lingkungan umat Islam, tidak hanya berdampak pada cara pandang masyarakat terhadap ilmu dan pendidikan, tetapi juga pada lembaga pendidikan, kurikulum pendidikan, dan pembelajaran di kelas. Hubungan antara "kausalitas" berbasis sains dan agama didasarkan pada gagasan bahwa "makna" berpola semipermeabel, yaitu antara keduanya saling menembus (konflik antara interpretasi ilmiah dan agama muncul karena batas antara kausalitas dan makna semipermeabel) (Abdullah, 2014).

Allah SWT berfirman dalam Surat al-Mujadalah ayat 11 yaitu:

يَرْفَعِ اللّٰهُ الَّذِيْنَ اٰمَنُوْا مِنْكُمْۙ وَالَّذِيْنَ اُوْتُوا الْعِلْمَ دَرَجٰتٍۗ وَاللّٰهُ بِمَا تَعْمَلُوْنَ خَبِيْرٌ

Artinya: "… Allah mengangkat derajat orang-orang di antara kamu yaitu orang-orang yang beriman dan diberi ilmu pengetahuan dan Allah maha mengetahui apa yang kamu amalkan"

Berdasarkan ayat tersebut, terdapat kata-kata kunci yang dapat ditarik, antara lain: iman, ilmu, dan amal. Sehingga dalam perkembangannya, ketiganya tidak dapat dipisahkan demi mencapai derajat orang-orang yang luhur.

Kehidupan manusia bersifat kompleks dan terdiri atas dimensi-dimensi yang saling terkait dan tidak mungkin dapat dapat dipisahkan. Adanya ilmu-ilmu agama, ilmu sosial humaniora, ilmu-ilmu kealaman (sains) merupakan upaya untuk memahami kompleksitas kehidupan manusia, sehingga manusia hidup tidak dapat bertahan hanya dengan berbekal satu macam keilmuan saja. Sehingga perlu adanya suatu pendekatan yang memadukan ketiga macam ilmu tadi sehingga manusia dapat bertahan di tengah kompleksitas kehidupannya. Pendekatan integratif adalah pendekatan yang memadukan kebenaran-kebenaran dalam agama dalam bentuk dispilin ilmu-ilmu sosial, humaniora, maupun ilmu-ilmu kealaman (sains). Integratif bukanlah peleburan ilmu-ilmu agama, ilmu sosial humaniora, maupun ilmu kealaman menjadi suatu ilmu yang identik, namun adanya pemaduan karakteristik, ragam, dan hakikat antara ilmu-ilmu tersebut.

Pendidikan tidak akan dapat mengesampingkan nilai-nilai agama dan kebudayaan dalam praktiknya. Kebudayaan Indonesia sangat berbeda dengan kebudayaan di Eropa dan Amerikat tempat ilmu pengetahuan berkembang pesat saat ini, atau kebudayaan di Arab, tempat Islam diturunkan. Pendidikan tidak mungkin mengabaikan kebudayaan Eropa dan Amerika sebagai tempat berkembangnya pengetahuan, tidak pula mengesampingkan kebudayaan timur tengah tempat Islam diturunkan. Sehingga dalam pendidikan perlu adanya pemaduan kebudayaan-kebudayaan tersebut tanpa mengesampingkan kebudayaan lokal Indonesia sendiri (Abdullah et al., 2004).

Pendekatan interkonektif adalah adanya keterkaitan antara satu subjek pengetahuan dengan subjek pengetahuan lain melalui hubungan yang saling mendukung dan saling melengkapi. Keterkaitan antara ilmu-ilmu agama, ilmu sosial

humaniora maupun ilmu kealaman (sains) minimal memiliki kepekaan interkoneksi untuk menutup kekurangan ilmu-ilmu tersebut jika berdiri sendiri (Abdullah, 2014). Upaya mengintegrasi dan menginterkoneksikan ilmu-ilmu agama, ilmu sosial humaniora, maupun ilmu kealaman, terdapat ranah yang dapat dipilih (Abdullah et al., 2004), yakni:

a) Ranah filosofis

Kejayaan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad pertengahan didominasi dan dilandasi oleh agama, pengetahuan-pengetahuan yang dikembangkan tidak dapat terlepas dari ranah keagamaan. Sedangkan pada abad modern ini, perkembangan pengetahuan bergeser dari dominasi dalil agama atas rasiolitas dan empirisme menjadi dominasi rasio atas dalil agama. Pada perjalanan selanjutnya, perkembangan pengetahuan hendaknya dibersihkan dari dominasi tersebut, baik dominasi agama, maupun dominasi rasio. Integrasi-interkoneksi pada ranah filosofis merupakan pengadaran bahwa suatu ilmu tidak dapat dipisahkan adanya dari ilmu yang lain, adanya suatu ilmu pengetahuan akan selalu bergantung pada ilmu pengetahuan yang lain.

b) Ranah metodologis

Integrasi-interkoneksi pada ranah metodologis mengusahakan pengembangan suatu menggunakan suatu metode yang memang benar-benar aman untuk digunakan sebagai metode pengembangan ilmu pengetahuan tersebut.

c) Ranah materi

Integrasi-interkoneksi pada ranah materi merupakan upaya untuk mengintegrasikan nilai-nilai kebenaran ilmu pengetahuan dan nilai-nilai agama kedalam kegiatan pembelajaran, serta mengaitkan suatu sisiplin ilmu ke dalam disiplin ilmu yang lain dalam kegiatan pembelajarannya.

d) Ranah strategi

Ranah strategi merupakan ranah praktis bagaimana ilmu pengetahuan dipelajari peserta didik. sehingga dalam mengintegrasi-interkoneksikan dalam ranah ini lebih menekankan dalam pelaksanaan pembelajarannya, supaya ilmu yang dipelajari peserta didik dengan bantuan guru dapat dipahami dan diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari dengan baik.

Integrasi-interkoneksi dapat berwujud dalam beberapa model kajian (Abdullah et al., 2004), di antaranya: 1) informatif, model kajian integrasi-interkoneksi informatif pada intinya mencoba memperkaya suatu ilmu pengetahuan dengan ilmu pengetahuan lain, sehingga pengetahuan yang didapat setelah pembelajaran menjadi semakin padu, 2) konfirmatif atau klarifikatif, suatu ilmu pengetahuan membutuhkan penegasan dari ilmu pengetahuan lain agar ilmu pengetahuan tersebut menjadi semakin kokoh, dan 3) korektif, model kajian korektif merupakan model kajian yang menampilkan koreksi kebenaran suatu ilmu pengetahuan oleh ilmu pengetahuan lain, sehingga ilmu pengetahuan tersebut menjadi semakin padu dan semakin dinamis.

Allah berfirman dalam Quran surat al-Alaq (96: 1-5)

اِقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِيْ خَلَقَۚ خَلَقَ الْاِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍۚ اِقْرَأْ وَرَبُّكَ الْاَكْرَمُۙ الَّذِيْ عَلَّمَ بِالْقَلَمِۙ عَلَّمَ الْاِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْۗ

artinya "Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan. Dia telah menciptakan manusia dari segumpal yang menggantung. Bacalah dan Tuhanmulah yang Maha Pemurah. Yang mengajar manusia dengan pena. Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya". Tafsir dari wahyu tersebut adalah

a) Membaca Bersamaan dengan Nama Tuhan

اِقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِيْ خَلَقَ ۚ خَلَقَ الْاِنْسَانَ مِنْ عَلَقٍ ۚ

Artinya "Bacalah dengan menyebut nama Tuhanmu yang menciptakan, dia telah menciptakan manusia dari segumpal yang menggantung" (QS. Al-Alaq; 1-2)

Kata Iqra' dalam berbagai kamus mempunyai beberapa arti, antara lain membaca, menyampaikan, menelaah, mendalami, meneliti, dan beberapa makna lainnya. Kata ini kemudian diikuti dengan *bismi rabbika*. Para ulama berpendapat bahwa pada jaman sebelum islam datang, para kaum Quraisy sebelum melaksanakan suatu aktivitas, sering mengagung-agungkan sesembahannya, seperti mengucapkan *bismi aluzza*. Maka dalam ayat ini Allah tegaskan untuk senantiasa hanya menyertakan Allah dalam setiap tindakan. Jadi dalam ayat ini Allah memerintahkan manusia untuk melaksanak aktivitas ilmiah dengan tetap mengingat Allah SWT. Dengan kata lain manusia diperintah untuk membaca, meneliti, mengamati apapun yang ada di sekitarnya, dengan menyebut nama Tuhannya, dan membaca apa saja yang telah diciptakan Tuhannya hingga ia mengenal-Nya.

b) Allah Maha Pemberi Ilmu

اِقْرَأْ وَرَبُّكَ الْاَكْرَمُ ۙ الَّذِيْ عَلَّمَ بِالْقَلَمِ ۙ عَلَّمَ الْاِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ۗ

Artinya "Bacalah dan hanya Tuhanmulah yang Maha Pemurah. (Yang) mengajarkan (manusia) dengan pena. Ia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya." (QS. 'Alaq; 3-5)

Kemudian kata *iqra'* kembali disebutkan dalam ayat ketiganya, diikuti oleh sifat Allah yakni Yang Paling Pemurah. Satu-satunya ayat yang menyifati Tuhan dalam bentuk tersebut. Kata *iqra'* dalam ayat ke-3 menurut Shihab (2003), *iqra'* pada ayat yang pertama mengindikasikan membaca untuk diri sendiri (belajar), dan *iqra'* dalam ayat ketiga adalah membaca untuk orang lain (mengajar). Dalam ayat 4 dan 5, Allah mengajar manusia melalui pena yang hasilnya adalah tulisan-tulisan baik itu berupa ayat *qouliyah* maupun ayat-ayat *kauniah*. Kemudian di ayat ke-5 Allah juga mengajarkan pada manusia baik melalui Wahyu (pada Nabi), dan ilmu dengan usaha dari manusia sendiri.

Shihab (2003) menyampaikan bahwa dalam surat al-Alaq ayat 1-5 ini terdapat nilai-nilai pendidikan antara lain 1) nilai pendidikan akidah; 2) nilai pendidikan *syari'ah* (ibadah gairu mahḍah); 3) nilai pendidikan akhlak; dan 4) nilai pendidikan akal (ilmu pengetahuan). Dalam ayat ini juga bermakna bahwa alam dan lingkungan yang berupa daratan dan segala isinya, lautan dan segala isinya, angkasa dan segala isinya merupakan kelas terbuka untuk aktivitas pembelajaran ilmu pengetahuan. Cara pandang ini mempunyai dampak positif bahwa alam semesta dilihat dan diperlakukan sebagai *the mother nature* (ibu pertiwi). Sebagai seorang anak, ibu merupakan sosok yang harus dihormati dan sangat dilarang menyakiti dengan tindakan-tindakan yang tidak bertanggung jawab. Lingkungan sekitar bisa memperlihatkan kenyataan, bahwa manusia sering memperlakukan bumi sebagai "*prostitute*" dalam rangka pemuasan diri tanpa batas (Mas'ud, 2004). Dengan demikian, membaca bukan sekedar fenomena melihat tulisan sebagai catatan, namun juga terkandung maksud agar manusia bisa belajar untuk peka terhadap situasi dan kondisi sekitar. Jadi dalam proses

pendidikan harus diupayakan adanya integrasi antara tauhid, akhlak, dan tidak hanya dalam rangka pemerolehan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Sementara itu, Abdussakir & Rosimanidar (2017) mengemukakan bahwa integrasi alQuran dan matematika dalam pembelajaran bisa dilakukan dengan empat cara yaitu, 1) *mathematics from alQuran*, 2) *mathematics for alQuran*, 3) *mathematics to (explore, explain, deliver) alQuran, and* 4) *mathematics with alQuran*. Keempat cara integrasi yang dikemukakan di atas bisa dimanfaatkan dalam proses pembelajaran matematika sebagai upaya menanamkan kecintaan terhadap alQuran kepada peserta didik.

Mengintegrasikan agama ke dalam STEM berkorelasi positif dengan perilaku dan hasil belajar peserta didik (McMorris, 2016; Shalihin, Bahriya, & Wantini, 2019). Integrasi lima disiplin STEMI akan menciptakan keutuhan dalam sistem pendidikan. McMorris (2016) menemukan adanya hubungan antara praktik keagamaan dan keterlibatan akademik menunjukkan bahwa tingkat keterlibatan yang lebih tinggi dikaitkan dengan pencapaian akademik yang positif dan peningkatan di sekolah secara keseluruhan. Sebuah studi yang dilakukan oleh Billingsley et al. (2014) menemukan bahwa meskipun guru sains di Inggris menghadapi perjuangan untuk mengkolaborasikan sains dan agama, namun agama telah mempengaruhi pendekatan pembelajaran pada topik tertentu. Sains membantu peserta didik untuk menjawab pertanyaan "Bagaimana" dan teknologi, teknik, seni, dan matematika berperan sebagai alat untuk membawa solusi. Sementara itu, agama akan menjawab pertanyaan "Mengapa", menjelaskan sesuatu di luar sains. Agama akan memberikan wawasan epistemik

yang lebih kaya kepada peserta didik untuk menghadapi masalah (Billingsley et al., 2014; Billingsley et al., 2013).

G. Kerangka Integrasi STEM dan Islam (STEMI)

Secara historis, studi sosial telah memainkan peran sentral dalam berbagai upaya reformasi yang menganjurkan pendekatan terpadu yang berfokus pada masalah pendidikan, di antaranya, Gerakan Pendidikan Progresif yang didirikan oleh John Dewey dan rekan-rekannya pada tahun 1890-an dan awal 1900-an dan The Core Gerakan Kurikulum tahun 1940-an dan 1950-an (Wraga, 1993). Menurut Wraga, hanya setelah apa yang disebut periode pasca-Sputnik pada tahun 1960-an, kurikulum studi sosial terintegrasi yang kemudian populer dipisahkan menjadi bidang disiplin yang lebih kaku seperti sejarah, agama, geografi, ekonomi, antropologi, dan sosiologi. Sebagian besar konfigurasi kurikulum di masa lalu yang melibatkan studi sosial menekankan integrasi dalam disiplin ilmu sosial atau antara studi sosial dan seni bahasa atau humaniora. Integrasi studi sosial dan bidang STEM sangat terbatas. Wraga (1993) menyatakan bahwa untuk membatasi koneksi interdisipliner untuk tugas memeriksa masalah sosial atau kehidupan akan melepaskan kesempatan lain untuk koneksi interdisipliner yang bermanfaat. Abdullah (2020) menyatakan bahwa tidak ada masalah di dunia yang bisa diselesaikan hanya dengan satu disiplin ilmu. Sebagai contoh, untuk melaksanakan perintah sholat yang harus menghadap kiblat, kaum muslim membutuhkan ilmu matematika, geografi, dan astronomi untuk memperoleh arah kiblat yang sesuai. Ungkapan Wraga dan Abdullah, menggambarkan bahwa ada peluang bagi ilmu sosial termasuk di dalamnya ilmu Keislaman dan STEM untuk

berkolaborasi dalam kerangka pembelajaran dengan nama PjBL STEMI. Kami mengusulkan bahwa model integratif PjBL STEMI ini mencerminkan proses sinergis yang menguntungkan tujuan bersama dari studi ilmu Keislaman dan STEM.

Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika (STEM) dalam tujuan pendidikan telah menjadi solusi dari tantangan Pembelajaran Abad 21. Pendidikan STEM muncul sebagai jawaban untuk menyadari peserta didik merupakan bagian dari kehidupan sosial (Kelley & Knowles, 2016). Visi ini terdiri dari pragmatisme adalah bahwa konsep, rumus, prosedur harus bisa diterapkan ke kehidupan nyata dan melihat apakah konsep, rumus, atau prosedur tersebut masuk akal? apakah suatu konsep dapat berinteraksi dengan lingkungan? Untuk mengembangkan suatu konsep diperlukan kehidupan sosial sebagai aspek spontan dan informasi terkait sebelumnya sebagai hal yang ilmiah (Mubarok, Safitri, & Adam, 2020). Informasi sebelumnya akan menjadi jembatan untuk memori jangka panjang (LTM), sehingga akan berdampak positif dari proses pembelajaran sebagai proses yang bermakna.

STEM adalah pendekatan yang ampuh dalam kegiatan pembelajaran, terutama dalam matematika, sains, dan *engineering*. Seperti yang kita ketahui, pendidikan STEM tidak hanya berlaku di sekolah formal, tetapi juga berupaya mendidik generasi muda yang lebih sadar dengan keterampilan teknologi tinggi untuk memperluas pasar kerja STEM. Untuk mencapai pendidikan berkualitas tinggi dan keterampilan siswa berteknologi tinggi, konten seni visual dan pemikiran artistik harus menjadi komponen dasar dan harus dikombinasikan dengan STEM (Henriksen, 2014; Madden et al., 2013). Dengan masuknya komponen seni

dalam STEM menjadi STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*) merupakan upaya untuk memberikan keseimbangan pada kepribadian siswa, yaitu individu dengan intelektual, perasaan yang tajam, dan kinerja yang efisien, yang dapat terlihat pada perilaku etis-estetika-artistik.

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, STEM dan STEAM merupakan dua pendekatan pendidikan yang kuat untuk mencapai pendidikan berkualitas tinggi. Namun, di Indonesia, memasukkan komponen seni ke dalam STEAM saja tidak cukup (Mubarok et al., 2020). Agama mengambil banyak bagian penting dalam pendidikan Indonesia, ada dorongan untuk menciptakan korelasi antara agama dan sains, seperti yang dikatakan Einstein bahwa sains tanpa agama adalah buta, agama tanpa sains adalah timpang. Selain itu, jika ada perselisihan tentang pandangan dasar antara sains dan agama, dapat menyebabkan disonansi kognitif. Implikasi dari disonansi kognitif adalah orang mengalami kesulitan mendamaikan atau memahami sistem moral yang tampaknya bertentangan atau potongan pengetahuan (McMorris, 2016).

Dialektika antara matematika, sains, dan agama perlu dikembangkan untuk menghindari disonansi kognitif. STEMI bertindak sebagai sarana untuk membangun dialektika antara matematika, sains dan agama. Melalui pendekatan pembelajaran STEMI, diharapkan pemaduan antara sains, matematika, pemanfaatan teknologi, rekayasa, dan terintegrasi dengan aspek agama. STEMI diharapkan mampu menghubungkan manusia, lingkungan, dan masyarakat dengan Tuhan. Pengembangan STEMI dapat memicu keterampilan metakognitif yang memungkinkan individu untuk secara sadar memikirkan masalah, memilih

strategi yang sesuai, dan membuat keputusan tentang tindakan untuk memecahkan masalah atau menjalankan tugas dengan sukses

Indonesia sebagai negara berpenduduk mayoritas Muslim, telah mengembangkan pendidikan agama sebelum pendidikan formal. Ilmu dalam Islam memang tidak memiliki batas dan tidak ada dikotomi. Adab ilmu (*adabul 'Ilm*) tidak hanya tentang menerima ilmu tetapi juga mengamalkan dan membagikannya. Dengan cara itu, seorang Muslim memiliki tanggung jawab untuk mendapatkan dan menggunakan pengetahuannya untuk memecahkan masalah. Praktisnya, seorang Muslim menggunakan sains, matematika, teknologi, teknik, dan seni dalam aktivitas keagamaannya. Seperti untuk menentukan waktu sholat, menganalisa posisi bulan, memahami Al-Qur'an, transportasi, menghitung zakat, dll. Mengintegrasikan agama ke dalam STEM berkorelasi positif dengan beberapa remaja dan hasil pendidikan (McMorris, 2016; Shalihin et al., 2019). Pandangan ini didukung oleh studi McMorris (2016) tentang hubungan antara praktik keagamaan dan keterlibatan akademik menunjukkan bahwa tingkat keterlibatan yang lebih tinggi dikaitkan dengan dividen akademik yang positif dan peningkatan di sekolah secara keseluruhan.

Beberapa orang menggunakan istilah yang berbeda antara lain terintegrasi, interdisipliner, transdisipliner untuk menggambarkan hubungan dan integrasi antara berbagai disiplin ilmu (Abdullah, 2014; NRC, 2014; Shen, Sung, & Zhang, 2015). Pendekatan interdisipliner menyandingkan dan mengintegrasikan (bagian dari) dua atau lebih disiplin ilmu, dengan fokus pada membangun hubungan eksplisit antara disiplin ilmu yang relevan (Klein, 2004). Dalam

pendidikan interdisipliner, peserta didik membangun hubungan antara disiplin ilmu yang berbeda, seperti mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan dari dua atau lebih disiplin ilmu untuk memecahkan masalah yang kompleks atau menjelaskan fenomena yang canggih (Pryor & Kang, 2013). Pendekatan interdisipliner dibangun di atas akar disiplinernya dan tanpa mengurangi kekhasan masing-masing disiplin (Shen et al., 2015). Oleh karena itu, dalam pendekatan interdisipliner, pembelajaran di setiap disiplin ilmu harus tetap jelas terlihat dan perlu didukung (NRC, 2014).

Pendekatan transdisipliner mengacu pada kesatuan pengetahuan dan keterampilan di luar kerangka disiplin (Nicolescu, 2002). Pendekatan transdisipliner adalah kerangka kerja konseptual yang diartikulasikan yang mengklaim melampaui ruang lingkup sempit pandangan dunia disiplin dan secara metaforis mencakup beberapa bagian bidang material yang ditangani secara terpisah oleh disiplin khusus individu. Dibandingkan dengan pendekatan interdisipliner, pendekatan transdisipliner berfokus pada ruang masalah atau isu yang dihadapi tanpa terlalu memperhatikan jejak disiplin individu (Klein, 2008). Mirip dengan perspektif transdisipliner, pendekatan terintegrasi dalam pengaturan pendidikan sering mengacu pada penggabungan ide dan materi pelajaran dari disiplin ilmu yang berbeda menjadi satu kesatuan yang mulus (Lederman & Niess, 1997).

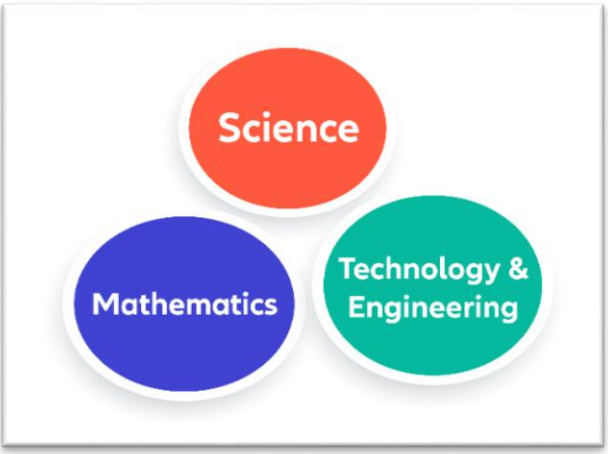
Menerapkan kurikulum sekolah dalam mata pelajaran yang merupakan bidang studi selalu terpisah bisa membatasi kesempatan peserta didik untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 yang disebut-sebut diperlukan untuk memanfaatkan peluang karir di masa depan (Fitzallen,

2015). Guru dituntut untuk mengajar dengan cara yang mengembangkan keterampilan belajar abad ke-21 pada peserta didik (Beswick & Fraser, 2019). Berbagai kerangka kerja untuk pembelajaran abad ke-21 telah diusulkan dan meskipun berbeda, semua sepakat pada untuk pengembangan empat komponen kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan berpikir kritis. Baik secara individu maupun bersama-sama, bidang studi STEM berkontribusi pada pengembangan dan penerapan keterampilan ini melalui pendekatan pembelajaran berbasis inkuiri, berbasis masalah, atau berbasis proyek (Stohlmann et al., 2012).

Menurut Roberts dan Cantu (2012) terdapat tiga pendekatan mengajar dalam kerangka pendidikan STEM saat ini sedang dipraktekkan antara lain pendekatan silo, *embedded*, dan integrasi. Pendekatan silo untuk pendidikan STEM mengacu pada instruksi yang terisolasi dalam setiap mata pelajaran STEM individu (Morrison & Bartlett, 2009). Studi terkonsentrasi dari setiap mata pelajaran dalam STEM yang memungkinkan peserta didik untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang isi pelajaran (Roberts & Cantu, 2012, p. 111). Pembelajaran membangkitkan apresiasi atas keindahan dan keunikan masing-masing pelajaran yaitu bagaimana sains, teknologi dan *engineering*, dan matematika didekati dalam desain dan pengajaran kurikulum.

Dalam pendekatan silo, STEM dicirikan oleh kelas yang digerakkan oleh guru. Peserta didik diberikan kesempatan untuk "belajar sambil melakukan" dan diajarkan apa yang harus diketahui (Morrison & Bartlett, 2009). Guru melakukan aktivitas pembelajaran dalam batas-batas disiplinnya yang dapat menghasilkan pengajaran berkualitas bagi peserta didik. Hal ini didorong oleh harapan bagi

peserta didik untuk memahami konten pelajaran dan lulus tes. Gambar 1 menggambarkan pendekatan silo.

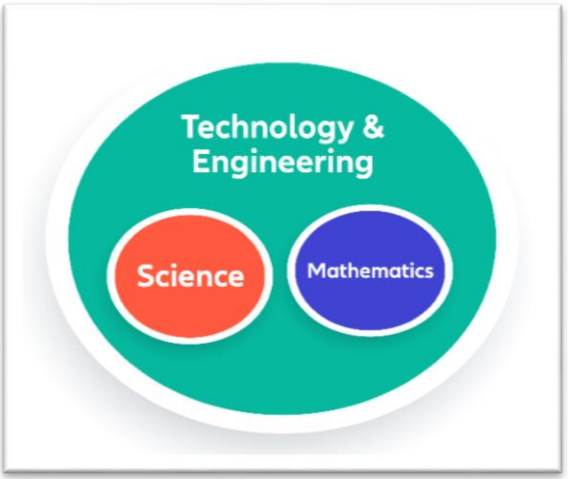


Gambar 1 Pendekatan Silo dalam Pendidikan STEM
Setiap lingkaran mewakili disiplin STEM. Disiplin diajarkan secara terpisah yang menjaga pengetahuan domain dalam batas-batas masing-masing disiplin (Roberts & Cantu, 2012, p. 112).

Pendekatan Silo mempunyai beberapa kekurangan (Roberts & Cantu, 2012, p. 112), yaitu: 1) pendekatan silo memiliki kecenderungan untuk mengisolasi partisipasi peserta didik perempuan karena perempuan lebih kecil kemungkinannya untuk berpartisipasi dalam kursus yang mengandung kata "teknik", misalnya, Teknik Sipil, Mekanikal, dan Elektro (Zhou et al., 2017), 2) pendekatan silo memungkinkan dapat mendorong peserta didik untuk mempertahankan persepsi terpisah di antara disiplin STEM. Peserta didik kesulitan untuk memahami integrasi yang secara alami terjadi antara mata pelajaran STEM di dunia nyata, dan 3) pendekatan silo secara tidak sengaja dapat

menghambat pertumbuhan akademik peserta didik. Pendekatan silo dapat mendorong guru untuk mengandalkan metodologi pembelajaran berbasis ceramah daripada pendekatan kontekstual. Sementara seorang guru dapat memilih untuk menerapkan berbagai strategi pengajaran, di kelas silo, konten kemungkinan akan tetap menjadi fokus studi. Hal ini dapat membatasi jumlah stimulasi lintas kurikuler dan pemahaman peserta didik tentang penerapan apa yang harus mereka pelajari.

Pendekatan kedua adalah pendekatan *embedded* (tertanam). Pendekatan *embeded* dalam STEM dapat secara luas didefinisikan sebagai pendekatan pendidikan di mana pengetahuan domain diperoleh melalui penekanan pada situasi dunia nyata dan teknik pemecahan masalah dalam konteks sosial, budaya, dan fungsional (Chen, 2001). Dalam praktiknya, pembelajaran embedded adalah pembelajaran yang efektif karena berusaha untuk memperkuat dan melengkapi materi yang dipelajari peserta didik di mata pelajaran lain (Roberts & Cantu, 2012, p. 113). Seorang guru pendidikan teknologi menggunakan embedding untuk memperkuat pelajaran yang bermanfaat bagi pelajar melalui pemahaman dan penerapan. Dalam pendekatan embedded pada STEM, konten pembelajaran difokuskan pada pelajaran matematika (seperti jika diajarkan dalam pendekatan silo), dengan demikian menjaga integritas materi pelajaran. Namun, *embedding* berbeda dari pendekatan silo karena mempromosikan pembelajaran melalui berbagai konteks (Chen, 2001). Namun, materi tertanam tidak dirancang untuk dievaluasi atau dinilai (Chen, 2001). Gambar 2 merupakan gambaran pendekatan *embedded* untuk pendidikan STEM.



Gambar 2 Pendekatan *Embedded* dalam Pendidikan STEM
Setiap lingkaran mewakili disiplin STEM. Pengetahuan domain dari setidaknya satu disiplin ditempatkan dalam konteks yang lain. Komponen tertanam biasanya tidak dievaluasi atau dinilai (Roberts & Cantu, 2012, p. 113).

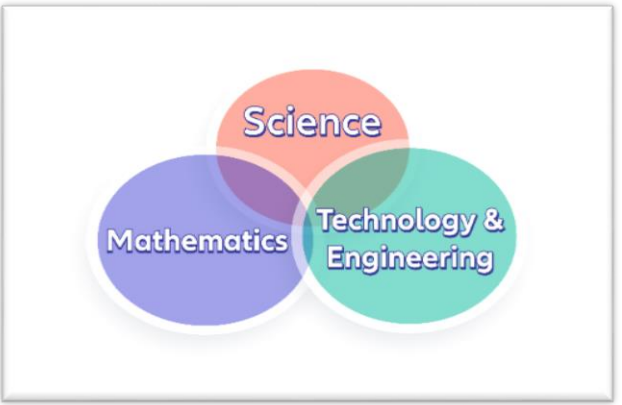
Meskipun pendekatan *embedded* bisa menjadi strategi pembelajaran yang efektif, namun ada tantangan yang harus dipertimbangkan. Misalnya, pendekatan *embedded* dapat menyebabkan pembelajaran terfragmentasi (Roberts & Cantu, 2012, p. 113). Jika peserta didik tidak dapat mengaitkan konten yang disematkan dengan konteks pelajaran, peserta didik berisiko mempelajari hanya sebagian dari pelajaran daripada mengambil manfaat dari pelajaran secara keseluruhan. Selain itu, penting untuk memastikan komponen yang disematkan adalah sesuatu yang telah dipelajari peserta didik sebelumnya dan sesuai dengan tingkat kelas (Roberts & Cantu, 2012, p. 113). Jika guru

harus menghentikan dan mengajar atau memulihkan ingatan peserta didik pada pengetahuan yang tertanam, pembelajaran dapat terganggu dan membutuhkan waktu yang lama.

Pendekatan ketiga adalah pendekatan integrasi. Pendekatan integrasi pada pendidikan STEM berusaha menghilangkan dinding pembeda dan pemisah antara masing-masing disiplin STEM dan mengajarkannya sebagai satu mata pelajaran (Morrison & Bartlett, 2009). Pendekatan integrasi mengevaluasi dan menilai standar atau tujuan tertentu dari setiap bidang kurikulum yang telah dimasukkan dalam pelajaran (Sanders, 2009). Idealnya, integrasi memungkinkan peserta didik untuk mendapatkan penguasaan kompetensi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah (English, 2016; Gale et al., 2020). Melatih peserta didik dengan cara ini dianggap bermanfaat karena merupakan dunia multidisiplin yang bergantung pada konsep STEM, yang harus digunakan peserta didik untuk memecahkan masalah dunia nyata (Wang et al., 2011). Selain itu, mengajar melalui integrasi menghasilkan peningkatan minat di bidang konten STEM, terutama jika dimulai ketika peserta didik masih muda (Banks & Barlex, 2014). Dua pendekatan umum untuk instruksi integratif adalah integrasi multidisiplin dan interdisipliner (Wang et al., 2011).

Integrasi multidisiplin meminta peserta didik untuk menghubungkan konten dari berbagai mata pelajaran yang diajarkan di kelas yang berbeda pada waktu yang berbeda. Itu bergantung pada pembuktian antara anggota fakultas untuk memastikan koneksi konten dibuat (Gardner & Tillotson, 2019). Wang et al. (2011) menjelaskan integrasi interdisipliner dimulai dengan masalah dunia nyata yang menggabungkan konten lintas-kurikuler dengan pemikiran

kritis, keterampilan memecahkan masalah, dan pengetahuan untuk mencapai kesimpulan. Integrasi multidisiplin meminta peserta didik untuk menghubungkan konten dari mata pelajaran tertentu, tetapi integrasi interdisipliner memfokuskan perhatian peserta didik pada suatu masalah dan menggabungkan konten dan keterampilan dari berbagai bidang. Gambar 3 menggambarkan pendekatan terintegrasi.

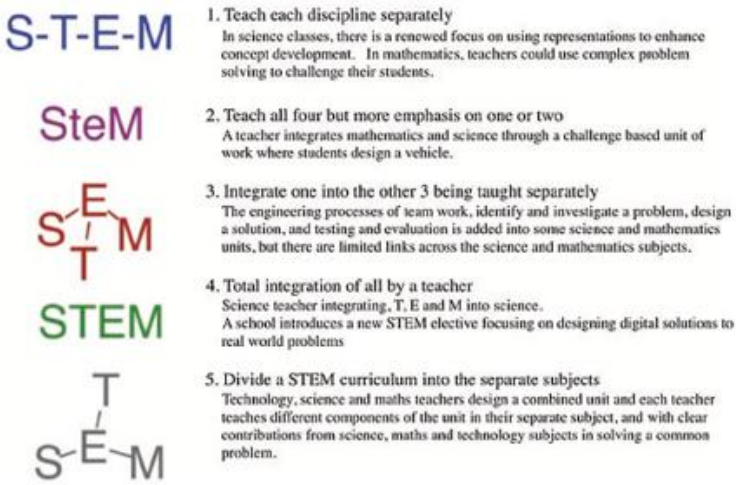


Gambar 3 Pendekatan Integrasi dalam Pendidikan STEM Area konten STEM diajarkan seolah-olah mereka adalah satu mata pelajaran. Integrasi dapat dilakukan dengan minimal dua disiplin ilmu tetapi tidak terbatas pada dua disiplin ilmu. Garis menunjukkan berbagai pilihan di mana integrasi dapat dicapai (Roberts & Cantu, 2012, p. 114).

Pendekatan terintegrasi untuk mengajar disiplin STEM memberikan peluang yang lebih besar untuk mengembangkan keterampilan abad 21 (Beswick & Fraser, 2019; Wang et al., 2011), namun hal ini menuntuk guru untuk memiliki keahlian dalam setidaknya satu dan idealnya lebih dari satu disiplin ilmu pendukung yang relevan. Juga penting untuk diingat bahwa masing-masing disiplin STEM

"didasarkan pada asumsi epistemologis yang berbeda" dan integrasi mata pelajaran STEM dapat mengurangi integritas setiap subjek STEM (Roberts & Cantu, 2012, p. 114). Dengan kata lain, masing-masing subyek dan disiplin dalam STEM harus diberi otonomi dan kesempatan untuk dikembangkan dalam pembelajaran dalam batas-batas integrasi (Maass, Geiger, Ariza, & Goos, 2019). Oleh karena itu, guru harus mempertimbangkan bagaimana efek potensial ini dapat menghambat integritas konten mereka dan memutuskan apakah integrasi adalah metode pengajaran yang paling bermanfaat. Selain itu, mengajar melalui pendekatan integratif membutuhkan pelatihan pedagogis. Guru sering berjuang untuk mengajar melalui integrasi (Beswick & Fraser, 2019; Howes et al., 2013). Hal ini dapat menghambat pemahaman peserta didik karena kurangnya struktur umum dalam pelajaran yaitu guru mampu memasukkan materi dari masing-masing disiplin ilmu, tetapi mereka gagal menciptakan satu tujuan bersama. Hal ini dapat menyebabkan kurangnya pemahaman peserta didik. Pertimbangan yang cermat harus dibuat ketika memilih metode pengajaran yang tepat. Setiap metode yang dibahas menawarkan kekuatan dan tantangan yang harus diatasi ketika diterapkan.

Sementara itu, Hobbs et al. (2018) mengidentifikasi lima model pembelajaran STEM yang digunakan di sekolah. Ini ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Model Pembelajaran STEM di Sekolah
(Hobbs et al., 2018, p. 144)

Model 1 dan 5 mengharuskan setiap guru memiliki konten dan keahlian pedagogis hanya di salah satu disiplin STEM. Penerapan model 3 dapat melibatkan beberapa guru dengan keahlian disiplin yang berbeda untuk bekerja bersama, tetapi mungkin masih memerlukan guru untuk menjadi ahli hanya dalam satu disiplin. Model 2 dan 4 menghadirkan tantangan tambahan dengan model 2 mengandalkan seorang guru tunggal yang memiliki keahlian dalam sains dan matematika, dan model 4 menuntut keahlian di keempat disiplin STEM (Beswick & Fraser, 2019, p. 957). Selain itu, pendekatan terintegrasi untuk pengajaran STEM membutuhkan kapasitas lebih lanjut, yaitu, untuk secara efektif mengajar dua atau lebih disiplin ilmu secara terintegrasi. Pertanyaan muncul mengenai sifat PCK dan pengetahuan lain yang diperlukan untuk mengintegrasikan dua atau lebih disiplin ilmu ini. Menambah tantangan untuk mengajar mata pelajaran sekolah secara terintegrasi adalah kenyataan bahwa setidaknya matematika dan sains tetap berbeda dalam

dokumen kurikulum dan guru diminta untuk melaporkan masing-masing secara terpisah terlepas dari bagaimana mereka diajarkan. Selanjutnya, setiap koordinasi pengajaran lintas disiplin membuat beberapa permintaan pengetahuan dalam kaitannya dengan disiplin 'lain' agar memiliki percakapan yang masuk akal untuk perencanaan terkoordinasi. Kapasitas untuk berkolaborasi, dan untuk berpikir kreatif dan inovatif tentang pengajaran seseorang adalah persyaratan minimal.

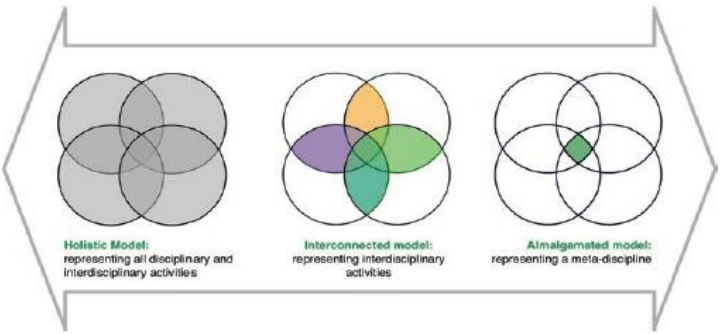
Kesadaran yang meningkat akan pentingnya disiplin STEM telah mengarah pada fokus pada peningkatan kualitas pembelajaran mata pelajaran yang terpisah dan khususnya sains dan matematika (Beswick & Fraser, 2019, p. 958). Tantangan khusus yang disajikan agenda pendidikan STEM untuk guru matematika dan pembelajaran matematika. Dalam melakukan ini, kita harus menekankan pendekatan ke STEM yang memerlukan integrasi matematika dengan setidaknya satu disiplin STEM lainnya karena di sinilah tantangan, selain dari pengajaran matematika saja, muncul. Tantangan yang terjadi dalam pembelajaran matematika dalam kerangka STEM antara lain kegiatan berlabel STEM belum memenuhi prinsip dan tujuan yang mendasar dari konten STEM itu sendiri sebagai contoh konteks yang mana peserta didik mempraktikkan teknik pemecahan masalah sebelum guru memformalkan konten matematikanya (Lasa et al., 2020, p. 333), matematika sering dianggap sulit dan banyak peserta didik meninggalkan disiplin matematika di bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) (Li & Schoenfeld, 2019, p. 1), dalam integrasi STEM, matematika dan teknik kurang terwakili dalam penelitian yang mengklaim menangani pendidikan STEM (English, 2015, p. 4), dan dari perspektif NCTM, pendidikan STEM

harus melibatkan matematika yang signifikan bagi peserta didik karena jika tidak dilakukan maka M dalam STEM tidak bersuara (Shaughnessy, 2013, p. 3). Untuk mempromosikan pendidikan STEM, sebagai guru matematika kita harus membuat matematika menjadi transparan dan eksplisit. Tiga hal yang diperlukan dalam aktivitas STEM: 1) harus ada masalah yang harus dipecahkan, 2) Harus ada matematika yang signifikan terlibat dalam masalah, dan 3) Masalahnya harus membutuhkan kerja tim yang mengacu pada pengetahuan dan pendekatan dari beberapa disiplin ilmu (Shaughnessy, 2013, p. 3) dan penelitian di masa depan diperlukan untuk mengeksplorasi reformasi kurikulum yang memastikan pembelajaran matematika terus berkembang, untuk menyelidiki cara di mana pemahaman matematika mendukung pengembangan pemahaman dari disiplin STEM lainnya, dan untuk memeriksa program pembelajaran profesional yang membantu guru dan guru pra-jabatan untuk mengembangkan pedagogi yang membuat pembelajaran STEM efektif dan berkelanjutan (Anderson et al., 2020, p. 27).

Integrasi disiplin STEM dalam masalah desain dunia nyata merupakan cara untuk melibatkan peserta didik dalam pemecahan masalah dan penalaran yang imajinatif dan kolaboratif (Hobbs et al., 2018, p. 141). Praktik STEM harus dilakukan secara inklusif untuk menghasilkan pengetahuan dari masing-masing disiplin ilmu, serta apa yang umum di seluruh disiplin ilmu. STEM bukan sebagai kurikulum tetapi "sebagai pendekatan pembelajaran yang menghilangkan hambatan tradisional yang memisahkan empat disiplin ilmu dan mengintegrasikannya ke dalam dunia nyata, pengalaman belajar yang relevan dan ketat bagi peserta didik (Hobbs et al., 2018, p. 141). Dengan menghadirkan masalah dunia

nyata yang membutuhkan solusi dari empat disiplin ilmu, hambatan antar disiplin dapat diruntuhkan. Hobbs et al. (2018, p. 141) menyatakan bahwa terdapat tiga model integrasi disiplin dalam STEM yaitu model *almagamated*, model interkoneksi, dan model holistik. Gambar 5 menggambarkan skala model yang berbeda untuk bagaimana STEM dapat dibingkai dalam praktik pembelajaran. Model pertama integrasi STEM dapat direpresentasikan sebagai metadisiplin yang hanya berkaitan dengan tumpang tindih antar disiplin (model *almalgamated*) dan mengacu pada keterampilan generik atau "lunak" yang umum untuk keempat disiplin. Model kedua, STEM dibingkai sebagai yang berhubungan hanya ketika disiplin ilmu bekerja sama, sehingga tidak termasuk pekerjaan satu disiplin (model interkoneksi). Model ketiga adalah STEM inklusif antara interkoneksi dan praktik individu dari masing-masing disiplin (model holistik), mengakui bahwa pembelajaran sains dan matematika dapat mewakili praktik diskursif dari disiplin STEM.

Gambar 5 Model Integrasi STEM dalam Pendidikan



(Hobbs et al., 2018, p. 142)

Banyak kerangka kerja untuk menerapkan integrasi STEM telah diusulkan dalam berbagai bentuk yang berbeda dengan fokus pada peningkatan tingkat interkoneksi dan saling ketergantungan di antara disiplin ilmu. Dimulai dengan pendekatan disiplin sederhana, di mana konsep dan keterampilan dipelajari secara terpisah dalam setiap disiplin, kontinum berkembang menjadi bentuk multidisiplin yang melibatkan konsep dan keterampilan dalam setiap disiplin yang dipelajari secara terpisah tetapi dalam tema yang sama (English, 2017, p. 8). Akhirnya, pendekatan transdisipliner mencakup pengetahuan dan keterampilan yang dipelajari dari dua atau lebih disiplin ilmu yang diterapkan pada masalah dan proyek dunia nyata, sehingga membentuk pengalaman belajar total (English, 2017, p. 8). Bryan et al. (2015, p. 24) mengusulkan "peta jalan STEM" di mana mereka memperingatkan bahwa integrasi STEM tidak hanya mengajar dua disiplin ilmu bersama-sama atau menggunakan satu sebagai alat untuk mengajar yang lain; banyak pendidik sudah melakukan ini. Sebaliknya, integrasi STEM perlu "disengaja" dan "spesifik" dengan pertimbangan yang diberikan pada konten dan konteks. Bryan et al. mengusulkan tiga bentuk integrasi STEM: (a) integrasi konten di mana pengalaman belajar memiliki beberapa tujuan pembelajaran STEM, (b) integrasi konten pendukung di mana satu area dibahas (misalnya, sains) untuk mendukung tujuan pembelajaran konten utama (misalnya, matematika) dan (c) integrasi konteks di mana konteks dari satu disiplin ilmu digunakan untuk tujuan pembelajaran dari disiplin lain (Bryan et al., 2015, p. 24). Meskipun integrasi konten pendukung sering terjadi, tampaknya tidak diterapkan dengan cara yang secara efektif memperluas konten ini.

Studi sosial memberikan konteks yang kaya untuk memahami ide-ide dasar dari era sejarah dan menanyakan tentang kemungkinan dan tanggapan potensial untuk memecahkan tantangan sosial-ilmiah masa lalu atau saat ini. Sumrall dan Schillinger (2004) mengatakan bahwa studi sosial memberikan hubungan yang jelas antara humaniora dan ilmu alam dan fisik sehingga pengetahuan konten merupakan sarana di mana informasi penting dapat dieksplorasi dan dihadapi. Misalnya, Zaslavsky (1994) mengembangkan konsep etnomathematika, yang didefinisikan sebagai kurikulum interdisipliner yang menyatukan perspektif multikultural dan matematika. Untuk menggambarkan pendekatan ini, Zaslavsky mencatat studi arsitektur Afrika sebagai contoh yang dapat dimasukkan ke dalam unit matematika pada geometri dan pengukuran. Diskusi antar disiplin ilmu yang mungkin dapat mencakup topik-topik seperti mengapa bentuk khas rumah di Afrika kuno cenderung bulat. Diskusi ini dapat diperluas untuk memasukkan konsep-konsep seperti kebutuhan ekonomi, kendala teknologi, kepercayaan budaya, dan hierarki sosial. Zaslavsky berpendapat bahwa melalui etnomathematics, peserta didik menyadari bahwa ide matematika sering dikembangkan sebagai respon langsung terhadap kebutuhan dan minat nyata manusia dan oleh karena itu relevan dengan kehidupan dan komunitas mereka, bukan fakta dan prosedur yang terisolasi untuk dihafal. Peserta didik dari budaya yang kurang terwakili akan bangga dengan warisan budaya mereka dengan mempelajari prestasi dan kontribusi leluhur mereka untuk pengembangan pengetahuan matematika.

PJBL memiliki kemungkinan yang sangat besar untuk mengembangkan keterampilan investigasi, seperti pemikiran rasional, pemeriksaan sumber-sumber utama dan

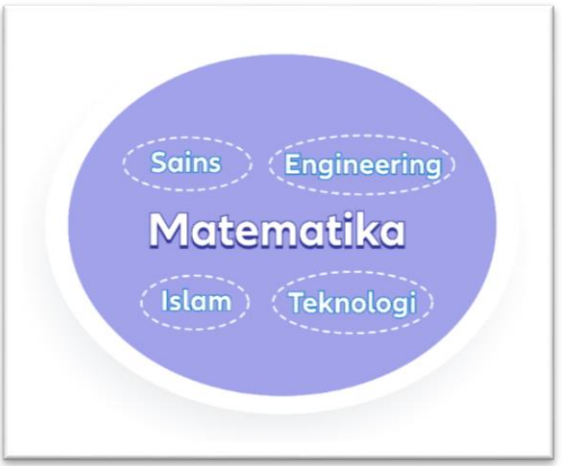
membayangkan potensi ide dan produk. Etherington (2011) mencatat bahwa proses berpikir dan pengalaman belajar peserta didik dapat ditingkatkan ketika PjBL adalah interdisipliner. Misalnya, keterampilan untuk menerapkan dan mensintesis pengetahuan bidang konten seperti STEM penting untuk mengembangkan kompetensi sipil. Namun, peluang untuk mempraktikkan keterampilan semacam itu untuk memecahkan masalah sosial dunia nyata jarang terjadi dalam kurikulum disiplin tunggal yang khas. PBL, berpusat pada proses inkuiri - memberikan kesempatan belajar yang kaya. Misalnya, proyek pameran sains *Environmental Protection Agency* (2008) tentang kualitas air mengintegrasikan pengetahuan dalam biologi (misalnya, mikro-organisme, pertumbuhan alga), kimia (misalnya, konten pupuk dan pembersih), fisika (misalnya, gravitasi, kecepatan), dan matematika (misalnya kemiringan). Proyek ini secara bersamaan dapat digunakan untuk memeriksa masalah sosial seperti konsekuensi tindakan manusia terhadap lingkungan (misalnya, penggunaan pupuk dan pembersih) dan bagaimana perubahan iklim memengaruhi kualitas air (misalnya, bagaimana polutan terbawa ke saluran air setelah hujan). Setelah membahas contoh topik ini, dan menggunakan bukti yang telah mereka kumpulkan, peserta didik kemudian dapat membuat rekomendasi atau menyarankan solusi untuk meningkatkan kualitas air setempat. Dalam hal ini, pengetahuan STEM menjadi sarana yang ampuh untuk melindungi lingkungan dan menjamin kehidupan yang sehat.

Oliva (2009) menjelaskan dua kategori koneksi lintas-kurikuler. Pertama, materi pelajaran korelatif yaitu isi dari satu mata pelajaran tetap ada, namun hubungan di antara mereka dijelaskan (misalnya, sejarah dan sains).

Kedua, integrasi kurikulum, kurikulum kehilangan "identitasnya", namun fungsi konten untuk menerangi zaman budaya, di mana konten dipelajari melalui konteks. Meskipun demikian, dalam kontinum kedua pendekatan ini, tampak bahwa ketika pengalaman lintas-kurikuler diberikan kepada peserta didik, keterlibatan mereka dengan semua konten bersifat sinergis - minat mereka melampaui fokus subjek tunggal - meluncurkan mereka untuk membayangkan potensi sosio-ilmiah. untuk inovasi. Sebagai contoh, Ilma et al. (2020) mengembangkan pembelajaran matematika materi bilangan bulat yang mengkaitkan dengan nilai-nilai Islam yaitu hukum waris. Pembelajaran dilakukan dalam konteks hukum waris yang ada dalam Quran sehingga peserta didik lebih mudah memahami materi matematika yang diajarkan. Proyek etnomathematika, proyek kualitas air, dan pembelajaran bilangan bulat yang dijelaskan di atas keduanya mewakili kategori kedua Oliva, integrasi kurikulum. Faktanya, Zaslavsky (1994) berpendapat bahwa perspektif *etnomathematics* untuk pendidikan matematika membutuhkan restrukturisasi lengkap dari kurikulum matematika sehingga aspek ethnomathematical disintesis ke dalam kurikulum daripada disajikan sebagai potongan-potongan yang terfragmentasi dan menghiasi.

Hasil belajar peserta didik tergantung pada karakteristik lingkungan sosial di mana peserta didik berada (Xie et al., 2015). Pada Madrasah, pelajaran agama mendapat porsi yang sangat banyak, hampir sama dengan pelajaran umum (matematika, sains, dan bahasa). Pembelajaran dengan konteks agama Islam diharapkan mampu memudahkan peserta didik memahami matematika. Islam akan menjadi konteks dalam proyek yang melibatkan disiplin STEM. Model integrasi disiplin STEMI yang digunakan

dalam penelitian ini mengacu pada model *embedded* (Roberts & Cantu, 2012) dan model kedua yang dikembangkan oleh (Hobbs et al., 2018) yaitu mengajarkan lima disiplin STEMI tetapi lebih menekankan pada satu displin yaitu matematika. Pembelajaran dilakukan dengan memberikan proyek yang didesain untuk memahami konsep matematika dengan menanamkan konten Islam dan melibatkan sains, teknologi dan *engineering* sebagai pendukung dalam memahami matematika. Dalam penelitian ini juga akan digali sejauh mana proyek STEMI ini dapat menanamkan karakter *ta'awun* (kepedulian sosial) peserta didik. Model integrasi dalam penelitian ini disajikan dalam gambar 6 sebagai berikut:



Gambar 6 Model Integrasi Pembelajaran Matematika PjBL STEMI

H. Kemampuan Berpikir Kritis

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu bentuk dari kemampuan berpikir tingkat tinggi. HOTS

(*Higher Order Thinking Skills*) adalah komponen utama dari pemikiran kreatif dan kritis, di mana pedagogi pemikiran kreatif dapat membantu peserta didik untuk mengembangkan ide-ide inovatif, perspektif-perspektif ideal maupun wawasan-wawasan yang imajinatif. Domain kognitif Bloom yang telah direvisi oleh Lorin Anderson dan David Krathwohl pada level (1) *remember*; (2) *understand;* dan (3) *apply* dikategorikan sebagai kemampuan berpikir tingkat rendah (*Lower Order Thinking Abilities*/LOTS), sedangkan level (4) *analyze*; (5) *evaluate*; dan level (6) *create* dikategorikan sebagai keterampilan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*/HOTS) (Ennis, 2011). Cohen menyarankan jika setidaknya terdapat empat proses yang terlibat dalam proses berpikir kompleks, yaitu pemecahan masalah (*problem solving*), pembuatan keputusan (*decision making*), berpikir kritis (*critical thinking*), dan berpikir kreatif (*creative thinking*).

Berpikir kritis dan berpikir kreatif perwujudan dari berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking*). Hal tersebut karena kemampuan berpikir tersebut merupakan kompetensi kognitif tertinggi yang perlu dikuasai peserta didik di kelas. Berpikir kritis dapat dipandang sebagai kemampuan berpikir peserta didik untuk membandingkan dua atau lebih informasi, misalkan informasi yang diterima dari luar dengan informasi yang dimiliki. Bila terdapat perbedaan atau persamaan, maka ia akan mengajukan pertanyaan atau komentar dengan tujuan untuk mendapatkan penjelasan. Berpikir kritis sering dikaitkan dengan berpikir kreatif. Paul dan Elder (2013) mendefinisikan berpikir kritis (*critical thinking*/CT) sebagai disiplin dalam berpikir mandiri yang menunjukkan kesempurnaan berpikir yang sesuai dengan cara atau domain pemikiran tertentu. CT datang dalam dua bentuk. Jika CT

untuk melayani kepentingan individu atau kelompok tertentu, dengan mengesampingkan orang dan kelompok lain yang relevan, itu adalah pemikiran kritis yang sofistik atau lemah. Jika CT untuk mempertimbangkan kepentingan beragam orang atau kelompok, itu berpikiran adil atau berpikir kritis yang kuat. Lipman (2003) mengunkapkan bahwa berpikir kritis adalah berpikir yang memungkinkan penilaian, didasarkan pada kriteria, mengoreksi dirinya sendiri, dan peka konteks. Berpikir kritis merupakan suatu proses yang dalam mengungkapakan tujuan yang dilengkapi alasan yang tegas tentang suatu kepercayaan dan kegiatan yang telah dilakukan (Ennis, 1993, 1996), berpikir reflektif yang beralasan yang berfokus pada memutuskan apa yang akan dipercaya atau dilakukan (Ennis, 2011), kemampuan untuk membangun dan mengevaluasi argumen dengan benar (Facione, 1990, 2015), atau keterampilan dan disposisi untuk menggunakan skeptisisme reflektif secara tepat (McPeck, 1984, 1990). Berdasarkan beberapa definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis adalah keterampilan membangun, mengevaluasi, dan memilih argumen serta mengambil kesimpulan berdasarkan argumen dan kriteria yang benar dan valid.

Kemampuan berpikir kritis diperlukan untuk menetapkan sebuah solusi yang digunakan untuk pemecahan masalah. Proses pengambilan keputusan maupun pemecahan suatu masalah diawali dengan penerapan mode pemikiran divergen yang menghasilkan tindakan-tindakan alternatif sebagai sebuah kemungkinan solusi yang kemudian beralih ke proses untuk memilih atau menentukan tindakan mana yang akan digunakan. Siswoyo (2016) mengungkapkan beberapa alasan perlunya

pembelajaran matematika perlu menekan pada berpikir kritis, antara lain:

1. Matematika merupakan ilmu pengetahuan yang abstrak, kompleks, dan luas sehingga tidak cukup diajarkan dengan hafalan sekumpulan informasi,
2. Peserta didik memiliki potensi untuk untuk mengembangkan berpikir kritis dalam semua hal, termasuk matematika yang merupakan ilmu tentang aktivitas manusia,
3. Peserta didik dapat menemukan solusi-solusi yang asli (*original*) saat memecahkan masalah, sehingga memuaskan diri sendiri (memicu motivasi internal),
4. Pendidik dapat melihat kontribusi asli dan ide-ide yang menakjubkan dari peserta didik, sehingga memberi kesempatan berbagi ide dan saling belajar,
5. Meningkatkan kemampuan dan keterampilan matematika peserta didik,
6. Memberi pengalaman bahwa menemukan sesuatu yang asli /original memerlukan proses, pemikiran mendalam dan kritis, ketekunan, dan pantang menyerah, seperti membuat pembuktian dari menemukan teorema-teorema,
7. Kehidupan nyata sehari-hari memerlukan matematika, sedangkan masalah sehari-hari bukanlah hal yang rutin, sehingga memerlukan pemikiran kritis dan kreatif dalam menyelesaikannya.

Beberapa keterampilan berpikir yang berkaitan dengan berpikir kritis adalah membandingkan, membedakan, memperkirakan, menarik kesimpulan, validasi, mempengaruhi, generalisasi, spesialisasi, mengklasifikasi, mengelompokkan, mengurutkan, memprediksi, memfalidasi, membuktikan, menghubungkan,

menganalis, mengevaluasi dan membuat pola (Ennis, 2011; Lipman, 2003a; Siswono, 2016). Menurut Glaser (1941) indikator-indikator berpikir kritis adalah sebagai berikut:

a) Mengenal masalah,
b) Menemukan cara-cara yang dapat dipakai untuk menangani masalah-masalah itu
c) Mengumpulkan dan menyusun informasi yang diperlukan
d) Mengenal asumsi-asumsi dan nilai-nilai yang tidak dinyatakan
e) Memahami dan menggunakan bahasa yang tepat, jelas, dan khas
f) Menganalisis data
g) Menilai fakta dan mengevaluasi pernyataan-pernyataan
h) Mengenal adanya hubungan yang logis antara masalah-masalah
i) Menarik kesimpulan-kesimpulan dan kesamaan-kesamaan yang diperlukan
j) Menguji kesamaan-kesamaan dan kesimpulan-kesimpulan yang seseorang ambil
k) Menyusun kembali pola-pola keyakinan seseorang berdasarkan pengalaman
l) Membuat penilaian yang tepat tentang hal-hal dan kualitas-kualitas tertentu dalam kehidupan sehari-hari.

Sementara itu, Beyer (1995) menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis meliputi beberapa kemampuan sebagai berikut :

1). Menentukan kredibilitas suatu sumber.
2). Membedakan antara yang relevan dari yang tidak relevan.
3). Membedakan fakta dari penilaian.

4). Mengidentifikasi dan mengevaluasi asumsi yang tidak terucapkan.
5). Mengidentifikasi bias yang ada.
6). Mengidentifikasi sudut pandang.
7). Mengevaluasi bukti yang ditawarkan untuk mendukung pengakuan.

Sementara itu Ennis (1996, 2011) mengemukakan bahwa kemampuan berpikir kritis meliputi kemampuan-kemampuan sebagai berikut :

1). Mampu membedakan antara fakta yang bisa diverifikasi dengan tuntutan nilai.
2). Mampu membedakan antara informasi, alasan, dan tuntutan-tuntutan yang relevan dengan yang tidak relevan.
3). Mampu menetapkan fakta yang akurat.
4). Mampu menetapkan sumber yang memiliki kredibilitas.
5). Mampu mengidentifikasi tuntutan dan argumen-argumen yang ambiguistik.
6). Mampu mengidentifikasi asumsi-asumsi yang tidak diungkapkan.
7). Mampu menditeksi bias.
8). Mampu mengidentifikasi logika-logika yang keliru.
9). Mampu mengenali logika yang tidak konsisten.
10). Mampu menetapkan argumentasi atau tuntutan yang paling kuat.

Nickerson (dalam Lipman, 2003) seorang ahli dalam berpikir kritis menyampaikan ciri-ciri orang yang berpikir kritis dalam hal pengetahuan, kemampuan, sikap, dan kebiasaan dalam bertindak sebagai berikut:

1. Menggunakan fakta-fakta secara mahir dan jujur.
2. Mengorganisasi pikiran dan mengartikulasikannya dengan jelas, logis atau masuk akal.

3. Membedakan antara kesimpulan yang didasarkan pada logika yang valid dengan logika yang tidak valid.
4. Mengidentifikasi kecukupan data.
5. Memahami perbedaan antara penalaran dan rasionalisasi.
6. Mencoba untuk mengantisipasi kemungkinan konsekuensi dari berbagai kegiatan.
7. Memahami ide sesuai dengan tingkat keyakinannya.
8. Melihat similiritas dan analogi secara tidak dangkal.
9. Dapat belajar secara independen dan mempunyai perhatian yang tak kunjung hilang dalam bekerjanya.
10. Menerapkan teknik *problem solving* dalam domain lain dari yang sudah dipelajarinya.
11. Dapat menyusun representasi masalah secara informal ke dalam cara formal seperti matematika dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah.
12. Dapat menyatakan suatu argumen verbal yang tidak relevan dan mengungkapkan argumen yang esensial.
13. Mempertanyakan suatu pandangan dan mempertanyakan implikasi dari suatu pandangan.
14. Sensitif terhadap perbedaan antara validitas dan intensitas dari suatu kepercayaan dengan validitas dan intensitas yang dipegangnya.
15. Menyadari bahwa fakta dan pemahaman seseorang selalu terbatas, banyak fakta yang harus dijelaskan dengan sikap non inquiri.
16. Mengenali kemungkinan keliru dari suatu pendapat, kemungkinan bias dalam pendapat, dan mengenali bahaya dari pembobotan fakta menurut pilihan pribadi.

Krulik & Rudnick (1995) mengusulkan beberapa indikator berpikir kritis antara lain: 1) *examining, relating, and evaluating all aspects of a situation or problem,* 2) *focusing on parts of a situation or problem,* 3) g*athering and organizing information,* 4)

v*alidating and analyzing information, 5) remembering and associating previously learned information, 6) determininng reasonableness of an answer, 7) drawing valid conclusions,* dan 8) *nalytical and reflexive in nature*. Sementara Facione (2015) menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis mencakup beberapa bentuk variabel sebagai berikut.

a) Interpretasi (*interpretation*), berkaitan dengan kemampuan dalam memahami dan sekaligus mengekspresikan suatu makna ataupun arti dari berbagai pengalaman, situasi, data, peristiwa, penilaian, konvensi, kepercayaan, aturan, prosedur ataupun kriteria. Variabel ini juga mencakup keterampilan seseorang dalam membuat kategori, menguraikan makna-makna penting dan sekaligus mengklarifikasinya. Kemampuan interpretasi ditandai dengan kemampuan dalam menafsirkan suatu masalah secara akurat yang bersumber dari informasi umum.
b) Analisis (*analysis*), berkaitan dengan kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan-hubungan inferensial yang aktual dan yang diperlukan di antara berbagai pernyataan, pertanyaan, konsep, deskripsi ataupun bentuk-bentuk representasi lainnya untuk mengekspresikan keyakinan, penilaian, pengalaman, alasan, informasi atau pendapat. Variabel ini berkaitan dengan kemampuan seseorang dalam memeriksa ide-ide ataupun argumen secara detail hingga ke bagian komponen-komponen penyusunnya sekaligus disertai dengan kemampuan untuk mengidentifikasi kemungkinan tindakan yang dapat dilakukan.
c) Evaluasi (*evaluation*), berkaitan dengan kemampuan dalam menilai kredibilitas suatu pernyataan atau bentuk representasi lainnya yang digunakan untuk mendeskripsikan persepsi, pengalaman, situasi,

penilaian, kepercayaan atau opini dan sekaligus untuk menilai kekuatan logis dari hubungan inferensial di antara pernyataan, deskripsi, pertanyaan maupun bentuk-bentuk representasi lainnya. Variabel ini juga berkenaan dengan kemampuan dalam menilai sebuah klaim atau menilai sebuah argumen. Evaluasi dilakukan terhadap beragam bentuk informasi untuk memastikan tingkat kepercayaan dan relevansinya.

d) Kesimpulan (*inference*), berkaitan dengan kemampuan dalam mengidentifikasi serta mengoptimalkan pemanfaatan poin-poin ataupun elemen-elemen kunci dari hasil proses pengkajian untuk membuat dugaan dan hipotesis, menarik kesimpulan yang logis, mempertimbangkan informasi-informasi yang relevan, serta mengendalikan konsekuensi-konsekuensi maupun implikasi-implikasi tertentu yang ditimbulkan dari keberadaan berbagai bentuk data, pernyataan, prinsip-prinsip, bukti-bukti, penilaian, kepercayaan, pendapat, konsep, deskripsi, pertanyaan atau bentuk-bentuk representasi lainnya. Variabel ini juga berkaitan dengan kemampuan dalam menguji bukti-bukti, mempertanyakan suatu klaim, menilai argumen serta membuat dugaan terkait alternatif-alternatif tertentu yang pada akhirnya mengarah pada proses penarikan kesimpulan.

e) Penjelasan (*explanation*), berkaitan dengan kemampuan dalam menyatakan hasil penalaran dan sekaligus melegitimasinya berdasarkan pertimbangan atas bukti-bukti, konsepsi, metodologi, kriteria-kriteria yang digunakan dan termasuk juga berdasarkan pertimbangan-pertimbangan kontekstual tertentu. Penjelasan harus disampaikan secara jelas dengan

mengutarakan alasan-alasan tertentu yang digunakan untuk dapat mencapai keputusan-keputusan yang spesifik.

f) Pengaturan diri (*self-regulation*), berkaitan dengan kemampuan dalam memantau perkembangan kemampuan berpikir diri sendiri (evaluasi diri) dengan mengacu pada kriteria pemikiran kritis.

Siswono (2016) mengungkapkan bahwa seorang peserta didik dikatakan mampu berpikir kritis jika memiliki kemampuan dalam:

1. Memilih kata-kata dan frase yang penting dalam sebuah pernyataan dan akan didefinisikan secara hati-hati.
2. Membutuhkan keyakinan untuk mendukung suatu kesimpulan ketika dia dipaksa untuk menerimanya
3. Menganalisa keyakinan itu dan membedakan suatu fakta dari asumsi
4. Menentukan asumsi penting yang tertulis dan yang tidak tertulis untuk kesimpulan tersebut
5. Mengevaluasi asumsi-asumsi ini, menerima beberapa saja dan menolak lainnya
6. Mengevaluasi pendapat, menerima atau menolak kesimpulan
7. Terus menerus memeriksa kembali asumsi yang telah dilakukan dan percaya sebelumnya

Selanjutnya Siswono (2016) merinci proses berpikir kritis meliputi 1) mengenal situasi, 2) mempertimbangkan pendapat sesuai dengan bukti, data, atau asumsi, 3) memberikan argumentasi melampaui bukti, 4) melaporkan dan mendukung kesimpulan/keputusan/solusi, dan 5) mengaplikasikan kesimpulan/keputusan/solusi. Pengembangan kemampuan berpikir kritis matematika disarankan dikaitkan dalam masalah dunia nyata. Berikut ini

adalah contoh kegiatan yang mengintegrasikan kemampuan berpikir kritis ke dalam dunia nyata.

1. Setelah membahas konsep pembagian, peserta diminta membagi suatu bilangan dengan nol, guru merespon dengan mengatakan bahwa pembagi tidak boleh nol. Peserta didik diminta menjawab pertanyaan mengapa hal itu terjadi?
2. Setelah menyelesaikan masalah, dari masalah yang sudah diselesaikan diajukan pertanyaan bagaimana jika tidak seperti itu kondisinya apa yang terjadi? Bagaimana secara umumnya?
3. Setelah membahas makna bukti dalam geometri, peserta didik diminta untuk mendiskusikan hal-hal berikut: Seorang ilmuwan memberikan suatu ramuan bawang putih yang dibuat untuk 20 orang selama dua bulan. Tak seorang pun yang diserang corona selama dua bulan. Apakah Anda pikir ilmuwan membuktikan bahwa bawang putih tersebut mencegah corona? Bagaimana hal ini berhubungan dengan arti bukti?
4. Setelah belajar tentang konvers, invers, dan kontrapositif, meminta peserta didik untuk memutuskan apakah kesalahan penalaran telah dibuat dalam mengikuti dan mendukung kesimpulan mereka tentang masalah berikut: ibu Katy memberitahunya, "Jika Anda tidak menjaga kamar anda bersih, maka Anda tidak akan mendapatkan wallpaper baru musim semi berikutnya. "Katy merasa selalu membersihkan kamarnya, dan merasa ibunya telah melanggar janji ketika dia tidak mendapatkan *wallpaper* baru.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk meningkatkan semangat peserta didik berpikir kritis yaitu dengan menciptakan suasana kelas di mana peserta didik

merasa nyaman mempertanyakan sesuatu, menantang, menangguhkan penilaian, dan menuntut alasan dan pembenaran karena mereka berhadapan dengan isi dunia nyata dan matematika. Ajukan pertanyaan yang merangsang peserta didik untuk memonitor, mengevaluasi, dan bertindak atas pemikiran mereka sendiri. Misalnya, mintalah peserta didik untuk bekerja dalam kelompok untuk (a) membahas suatu situasi/masalah, (b) *brainstorming* ide untuk memecahkan itu, (c) menemukan solusi yang diterima semua atau solusi yang diusulkan sebagaian kecil orang, dan (d) mendiskusikan pemikirannya untuk sampai pada keputusan.

I. Kemandirian Belajar (*Self-Regulated Learning/SRL)*

Pembahasan istilah kemandirian belajar berhubungan dengan beberapa istilah lain di antaranya *self regulated learning, self regulated thinking*, *self directed learning, self efficacy,* dan *self-esteem*. Pengertian kelima istilah di atas tidak tepat sama, namun mereka memilki beberapa kesamaan karakteritik. Dalam 1960an dan 1970an, praktisi pendidikan banyak dipengaruhi oleh pandangan *behaviourist* seperti Watson dan Skinner. Kemudian muncul pandangan teori belajar sosial Bandura, yang memandang belajar dari sudut pandang kognitif (Zhou & Brown, 2017).

Bandura (1986) mendefinisikan *self-regulated learning* sebagai suatu situasi peserta didik yang belajar berperan aktif untuk mengatur aktivitas belajarnya sendiri, memonitor motivasi dan tujuan akademik, mengelola sumber daya manusia dan sumber belajar, serta menjadi pelaku aktif dalam proses pengambilan keputusan dan pelaksana dalam proses belajar. Lebih lanjut Zimmerman mendefinisikan SRL sebagai kemampuan peserta didik untuk berperan aktif

dalam proses belajar, baik secara metakognitif, secara motivasional dan secara behavioral (Cleary & Zimmerman, 2004; Zimmerman, 1989a, 1989b). Secara metakognitif, peserta didik mampu mengatur diri dalam merencanakan, mengorganisasi, menginstruksi diri, memonitor dan mengevaluasi dirinya dalam proses belajar. Secara motivasional, peserta didik percaya diri bahwa dirinya kompeten, memiliki keyakinan diri (*self-efficacy*) dan memiliki kemandirian. Sedangkan secara *behavioral*, peserta didik mampu menyeleksi, menyusun, dan menata lingkungan agar lebih optimal dalam belajar. SRL mengacu pada kondisi pembelajaran yang mengaktifkan peserta didik dalam menetapkan tujuan pembelajaran mereka, merencanakan, melaksanakan, mengatur dan mengevaluasi proses pembelajaran secara mandiri (Boekaerts, 1999; Zimmerman, 2000).

Schunk dan Zimmerman mendefinisikan SRL sebagai proses belajar yang terjadi karena pengaruh dari pemikiran, perasaan, strategi, dan perilaku sendiri yang berorientasi pada pencapaian tujuan (Winne & Hadwin, 2008). SRL merupakan aktivitas memantau, mengarahkan, dan mengatur tindakan menuju tujuan perolehan informasi, memperluas keahlian, dan peningkatan diri (Zimmerman, 1989a). Secara khusus, peserta didik yang mengatur diri sendiri sadar akan kekuatan dan kelemahan akademis mereka, dan mereka memiliki *repertoar* strategi yang mereka terapkan dengan tepat untuk mengatasi tantangan sehari-hari tugas akademik. Peserta didik ini memegang keyakinan tambahan tentang kecerdasan (sebagai lawan entitas, atau pandangan tetap intelijen) dan menghubungkan keberhasilan atau kegagalan mereka dengan faktor (misalnya, upaya yang

dikeluarkan untuk suatu tugas, penggunaan strategi yang efektif) dalam kendali mereka.

Self-regulated learning (SRL) merupakan aktivitas dan proses yang merepresentasikan informasi dan keterampilan yang melibatkan persepsi, tujuan, dan peralatan oleh peserta didik (Zimmerman, 1989a). SRL terkait dengan aktivasi tujuan diri, proses *monitoring* dan informasi, dan strategi pengaturan diri dengan menciptakan peluang dan tantangan (Retnawati, 2015). Menurut Pintrich, regulasi diri atau SRL merupakan suatu proses aktif-konstruktif dimana peserta didik mengeset tujuan dan berusaha memantau, mengatur, dan mengontrol kognisi, motivasi, dan perilakunya, memandu dan membatasi tujuannya (Retnawati, 2016; Schunk, 2005). Regulasi diri merupakan proses siklis, karena masukan dari kemampuan awal digunakan untuk membuat keputusan untuk mengulangi usaha-usaha yang telah dilakukan (Retnawati, 2016). SRL membahas tentang tiga fase, yaitu fase pemikiran, fase kontrol kinerja, dan fase refleksi diri (Zimmerman, 2000). Pada fase pemikiran, ada dua hal yang sangat terkait yakni analisis tugas dan keyakinan dan motivasi diri, fase kontrol kehendak atau kinerja meliputi pengendalian diri dan pengamatan yang khusus, dan fase refleksi diri terdiri dari perkembangan diri, dan reaksi diri (Retnawati, 2015). Ketiga fase ini saling terkait dan saling mempengaruhi yang membentuk siklus. Fase-fase yang disampaikan Zimerman (2000) tersebut disempurnakan oleh Pintrich (2004) menjadi empat fase (Retnawati, 2015), dengan perbedaan fase kontrol kinerja dipecah menjadi dua fase yaitu *monitoring* dan mengontrol seleksi dan adaptasi (Pintrich, 2004).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa SRL sangat terkait dengan motivasi (Retnawati, 2015). SRL ini

dapat diperkuat oleh pendidik dalam proses pembelajaran dengan menyiapkan tugas-tugas yang mendukung peningkatan SRL (Retnawati, 2015, 2016; Zumbrunn, Tadlock, & Roberts, 2011). Menciptakan lingkungan SRL untuk berbagai latar belakang, set keterampilan, dan kepribadian yang kompleks dan beragam yang dihadapi banyak peserta didik merupakan tantangan bagi para guru yang paling berpengalaman sekalipun (Zumbrunn et al., 2011). SRL juga lebih mungkin terjadi ketika guru menciptakan lingkungan kelas di mana peserta didik memiliki kesempatan untuk mencari tantangan, untuk merefleksikan kemajuan mereka, dan untuk mengambil tanggung jawab dan bangga atas pencapaian mereka (Paris & Paris, 2001).

Bandura menyarankan tiga tahapan SRL yaitu: (1) mengamati dan mengawasi diri sendiri (*self-observation*), (2) membandingkan posisi diri dengan standar tertentu (*self-judgement*), dan (3) memberikan respons sendiri baik respons positif maupun respons negatif (*self-reaction*) (Bandura, 1986; Schunk, 2012).

1. Fase *self observation*

Self observation melibatkan penilaian aspek yang diamati dari perilaku peserta didik terhadap standar dan bereaksi secara positif atau negatif. Self observation secara konseptual merupakan pemantauan diri dan umumnya diajarkan sebagai bagian dari instruksi pengaturan diri (Schunk, 2012); namun, observasi diri sendiri biasanya tidak cukup untuk mengatur perilaku sendiri dari waktu ke waktu. Standar pencapaian tujuan dan kriteria dalam menilai kemajuan tujuan diperlukan. Peserta didik yang menganggap kemajuan belajarnya tidak memadai dapat bereaksi dengan meminta bantuan guru agar mengubah lingkungan belajar.

Pada gilirannya, guru dapat menginstruksikan peserta didik dalam strategi yang lebih efisien, yang kemudian digunakan untuk mempromosikan pembelajaranya. Bahwa pengaruh lingkungan (misalnya, guru) dapat membantu pengembangan pengaturan diri itu penting, karena guru bisa membantu peserta didik peserta didik dalam mengembangkan keterampilan kemandirian belajar (Bandura, 1986; Schunk, 2012).

2. Fase *Self Judgement*

Self Judgement mengacu pada membandingkan tingkat kinerja saat ini dengan tujuan seseorang (Schunk, 2012). Self Judgement tergantung pada jenis standar evaluasi diri yang digunakan, sifat tujuan, pentingnya pencapaian tujuan, dan atribusi (*types of standards*). Standar evaluasi diri mungkin absolut atau normatif. Standar absolut ditetapkan sedangkan standar normatif didasarkan pada kinerja orang lain. Peserta didik yang tujuannya adalah membaca enam halaman buku dalam 30 menit bisa mengukur kemajuannya dengan standar ini. Sistem penilaian sering kali mencerminkan standar absolut (misalnya, A = 90–100, B = 80–89). Standar normatif sering diperoleh dengan mengamati model (Bandura, 1986). Membandingkan kinerja seseorang dengan kinerja orang lain secara sosial merupakan cara penting untuk menentukan kesesuaian perilaku dan kinerja. Standar dapat memberikan informasi dan memotivasi peserta didik agar dapat mencapai standar tersebut. Tujuan dapat meningkatkan potensi diri; informasi komparatif mendorong motivasi. Cara penting untuk memperoleh standar evaluasi diri adalah melalui observasi model (Schunk, 2012).

Goal properties: *specificity, proximity, difficulty* (spesifisitas, kedekatan, kesulitan), sangat berpengaruh dengan tugas

jangka panjang. Guru dapat membantu peserta didik yang ragu untuk menulis makalah yang baik dengan memecah tugas menjadi tujuan jangka pendek (misalnya, memilih topik, melakukan penelitian latar belakang, menulis garis besar) (Schunk, 2012). Peserta didik cenderung percaya bahwa mereka dapat menyelesaikan subtugas kecil, dan menyelesaikan setiap subtugas mengembangkan kemampuan diri mereka untuk menghasilkan makalah lengkap (tugas besar) dengan baik. Menuntut peserta didik untuk menetapkan tujuan untuk belajar meningkatkan dapat komitmen peserta didik untuk mencapai tujuan dan membantu peserta didik meningkatkan keyakinan diri (Schunk, 2012). Penilaian diri sebagian mencerminkan pentingnya pencapaian tujuan (*goal importance*). Ketika individu tidak terlalu peduli tentang bagaimana mereka menampilkan diri, maka sangat mungkin peserta didik tidak menilai kinerja diri atau mengeluarkan upaya untuk memperbaikinya (Bandura, 1986). Peserta didik akan menilai kemajuannya dalam pembelajaran untuk tujuan yang mereka hargai. Kadang-kadang tujuan yang awalnya memiliki nilai kecil menjadi lebih penting ketika orang menerima umpan balik yang menunjukkan bahwa mereka menjadi terampil.

Atribusi (*atribution*), bersama dengan penilaian kemajuan tujuan, dapat mempengaruhi kayakinan diri, motivasi, pencapaian, dan reaksi afektif (Schunk, 2012). Peserta didik yang yakin bahwa mereka tidak membuat kemajuan yang baik menuju tujuan mereka mungkin menghubungkan kinerja mereka dengan kemampuan rendah, yang berdampak negatif pada ekspektasi dan perilaku. Peserta didik yang menghubungkan kemajuan yang buruk dengan usaha yang lesu atau strategi pembelajaran yang tidak memadai mungkin percaya bahwa mereka akan bekerja lebih

baik jika mereka bekerja lebih keras atau beralih ke strategi yang berbeda. Sehubungan dengan reaksi afektif, orang lebih bangga pada pencapaian mereka ketika mereka menghubungkannya dengan kemampuan dan usaha daripada penyebab eksternal. Orang lebih mengkritik diri sendiri ketika mereka yakin bahwa mereka gagal karena alasan pribadi daripada keadaan di luar kendali mereka. Umpan balik *atributional* dapat meningkatkan pembelajaran mandiri (Schunk, 2012). Memberikan umpan balik adalah upaya untuk mendukung persepsi peserta didik tentang kemajuan mereka, mempertahankan motivasi mereka, dan meningkatkan keyakinan mereka untuk pembelajaran lebih lanjut (Schunk, 2012).

3. Fase *Self Reaction*

Self reaction terhadap kemajuan dalam mencapai tujuan dapat memotivasi perilaku (Bandura, 1986; Schunk & Zimmerman, 2007). Keyakinan bahwa seseorang membuat kemajuan yang dapat diterima, bersama dengan kepuasan yang diantisipasi untuk mencapai tujuan, meningkatkan keyakinan diri dan mempertahankan motivasi. Evaluasi negatif tidak menurunkan motivasi jika individu percaya bahwa mereka mampu meningkatkan (Schunk, 2012). Jika peserta didik yakin meskipun semangatnya berkurang tetapi dapat berkembang dengan upaya yang ditingkatkan, peserta didik cenderung merasa efektif dan melipatgandakan usaha. Motivasi tidak meningkat jika peserta didik yakin bahwa mereka tidak memiliki kemampuan dan tidak akan berhasil meskipun sudah berusaha dengan keras (Schunk, 2012).

Instruksi kepada peserta didik untuk menanggapi secara evaluatif kinerja mereka meningkatkan motivasi yaitu seseorang yang berpikir mereka dapat bekerja lebih baik bertahan lebih lama dan mengeluarkan usaha yang lebih

besar. Kemajuan yang dirasakan relatif terhadap tujuan seseorang; tingkat kinerja yang sama dapat dievaluasi secara berbeda. Beberapa peserta didik puas dengan nilai 8 dalam suatu mata pelajaran, sedangkan yang lain akan tidak puas dengan nilai 8 karena mereka menginginkan nilai 9. Dengan asumsi bahwa orang merasa mampu untuk meningkatkan, tujuan yang lebih tinggi mengarah pada usaha dan ketekunan yang lebih besar daripada tujuan yang lebih rendah. Orang-orang secara rutin menghargai diri mereka sendiri secara nyata dengan istirahat kerja, pakaian baru, dan keluar malam bersama teman-teman, bergantung pada kemajuan mereka menuju pencapaian tujuan. Teori kognitif sosial mendalilkan bahwa konsekuensi perilaku yang diantisipasi, daripada konsekuensi aktual, meningkatkan motivasi (Bandura, 1986). Nilai diberikan di akhir kursus, namun peserta didik biasanya menetapkan tujuan untuk menyelesaikan pekerjaan mereka dan memberi penghargaan serta menghukum diri mereka sendiri sesuai dengan itu.

Konsekuensi nyata juga mempengaruhi keyakinan diri. Umpan balik eksternal yang diberikan berdasarkan prestasi aktual meningkatkan keyakinan diri. Memberi tahu peserta didik bahwa mereka akan mendapatkan penghargaan berdasarkan apa yang mereka capai menanamkan rasa keyakinan diri untuk belajar (Schunk, 2012). Keyakinan diri divalidasi saat peserta didik mengerjakan tugas dan mencatat kemajuan mereka. Penerimaan penghargaan semakin memvalidasi keyakinan, karena itu melambangkan kemajuan. Imbalan yang tidak terkait dengan kinerja (misalnya, diberikan untuk menghabiskan waktu untuk tugas terlepas dari apa yang dicapai) dapat menyampaikan informasi keyakinan diri yang negatif; peserta didik mungkin

menyimpulkan bahwa mereka tidak diharapkan untuk belajar banyak karena mereka tidak mampu.

Tabel 1 Proses SRL Bandura

Self- Observation	***Self-Judgement***	***Self-Reaction***
Regularity *Proximity* *Self-recording*	*Types of standards* *Goal properties* *Goal importance* *Attributions*	*Evaluative* *motivators* *Tangible motivators*

(Bandura, 1986)

Selain Bandura, Zimmerman mengemukakan tiga fase utama dalam siklus SRL yaitu: *forethought* (merancang belajar), *performance/volitional control* (memantau kemajuan belajar selama menerapkan rancangan), dan *self-reflection* (mengevaluasi hasil belajar secara lengkap) (Zimmerman, 1989a, 1989b, 1990, 2000). *Forethought* mengacu pada proses berpengaruh yang mendahului upaya untuk bertindak dan menyiapkan panggung untuk itu. *Performance/volitional control* melibatkan proses yang terjadi selama upaya motorik dan memengaruhi perhatian dan tindakan. *Self-reflection* melibatkan proses yang terjadi setelah upaya kinerja dan memengaruhi respons seseorang terhadap pengalaman itu. *Self-reflection* ini, pada gilirannya, memengaruhi pemikiran ke depan mengenai upaya motorik.

Selanjutnya, Schunk dan Zimmerman (2007), merinci kegiatan yang berlangsung pada tiap fase SRL sebagai berikut:

- Pada fase *forethought* berlangsung kegiatan: menganalisis tugas belajar, menetapkan tujuan belajar, dan merancang strategi belajar.
- Pada fase *performance/volitional control* berlangsung kegiatan mengajukan pertanyaan pada diri sendiri: Apakah strategi yang dilaksanakan sesuai dengan

rencana? Apakah saya kembali kepada kebiasaan lama? Apakah saya tetap memusatkan diri? Dan apakah strategi telah berjalan dengan baik? Selain itu fase ini memuat kegiatan memeriksa bagaimana jalannya strategi: Apakah strategi telah dilaksanakan dengan baik? (Evaluasi proses); Hasil belajar apa yang telah dicapai? (Evaluasi produk); dan Sesuaikah strategi dengan jenis tugas belajar yang dihadapi?

- Pada fase *self-reflection*: Pada dasarnya fase ini tidak hanya berlangsung pada fase ketiga dalam siklus SRL, namun refleksi berlangsung pada tiap fase selama silkus berjalan.

Tabel 2 Fase Siklus dan Sub Proses SRL Zimmerman

Forethought	**Performance/Volitional Control**	**Self-Reflection**
Analisis Tugas • Menentukan tujuan • Merencang strategi Keyakinan Motivasi Diri • Keyakinan diri • Hasil yang diharapkan • Nilai intrinsik • Orientasi tujuan	Kontrol Diri • Instruksi diri • Penggambaran • Pusat perhatian • Strategi tugas Pemantauan Diri • Perekaman diri • Eksperimen diri	Penilaian Diri • Evaluasi diri • Atribusi kausal Reaksi Diri • Kepuasan diri • Adaptasi

(Zimmerman, 2000)

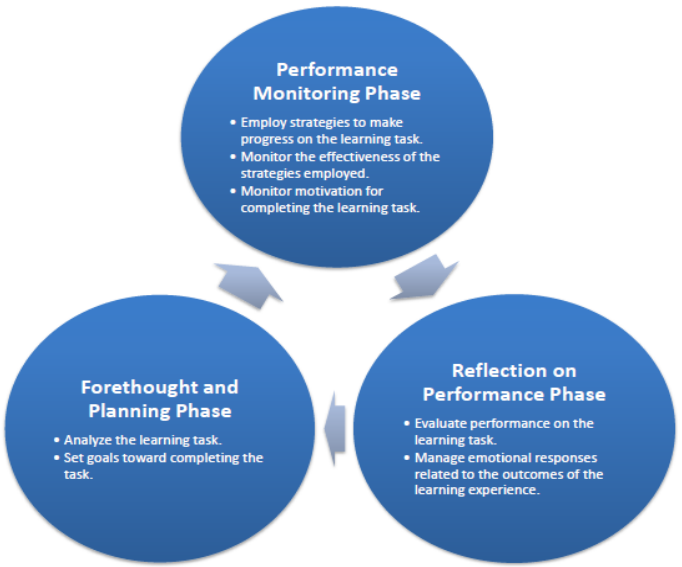
Pintrich mengemukakan definisi SRL sebagai proses aktif dan konstruktif di mana peserta mempunyai peran dalam menetapkan tujuan pembelajaran, memantau, mengatur, dan mengontrol pengetahuan diri, motivasi, dan perilaku untuk mencapai tujuan tersebut, dengan dibimbing dan dibatasi oleh karakteristik pribadi dan situasi kontekstual (Pintrich & Zusho, 2002). Fase SRL menurut Pintrich adalah 1) fase *forethought, planning, and activation*, 2) fase *monitoring*, 3) fase *control*, dan 4) fase *reaction and reflection* (Pintrich, 2004).

Tabel 3 Fase dan Aspek SRL Pintrich

Fase	**Aspek SRL**			
	Kognisi	**Motivasi/Pengaruh**	**Behavior**	**Konteks**
Forethought, planning, and activation	• Penentuan Tujuan • Aktivasi pengetahuan sebelumnya • Aktivasi pengetahuan metakognisi	• Berorientasi pada tujuan • Penilaian keyakinan diri • Kemudahan penilaian belajar • Aktivasi nilai tugas • Aktivasi ketertarikan	• Perencanaan waktu dan usaha • Merencanakan pemantauan perilaku diri	Persepsi tugas dan konteks
Monitoring	Kesadaran metakognisi dan monitoring	Kesadaran dan monitoring motivasi dan pengaruh	• Kesadaran dan pemantauan upaya, penggunaan waktu, kebutuhan bantuan • Pemantauan perilaku	Memantau perubahan tugas dan kondisi konteks

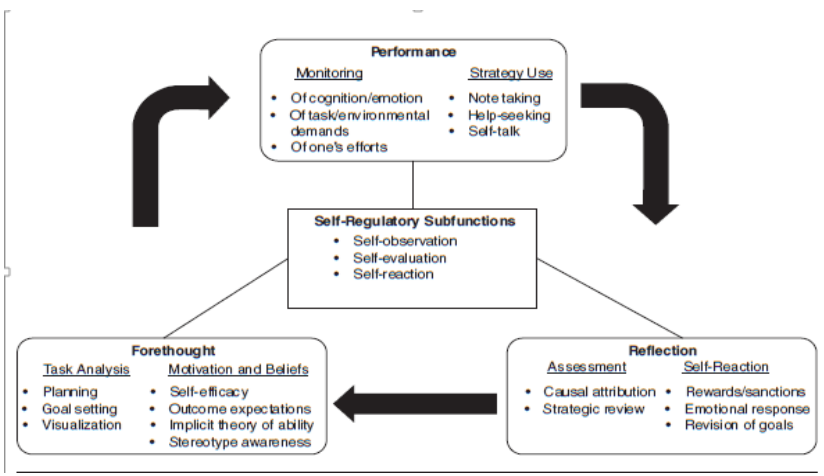
Fase	Aspek SRL			
	Kognisi	**Motivasi/Pengaruh**	**Behavior**	**Konteks**
			diri	
Control	Seleksi dan adaptasi strategi kognitif untuk belajar dan berpikir	Seleksi dan adaptasi strategi mengatur motivasi dan pengaruh	• Turun naiknya usaha • Bertahan, menyerah • Perilaku mencari bantuan	• Ubah atau negosiasi tugas • Ubah atau tinggalkan kontek s
Reaction and Reflection	Penilaian kognisi dan atribusi	Reaksi sikap dan atribusi	Memilih perilaku	• Evaluasi tugas • Evaluasi kontek s

Zumbrunn et al mengemukakan tiga tahapan SRL yaitu fase *forethought and planning*, fase *performance monitoring*, dan fase *reflection on performance* (Zumbrunn et al., 2011). Fase *forethought and planning* memuat aktivitas analisis tugas tugas belajar dan merancang tujuan untuk menyelesaikan tugas. Fase *performance monitoring* memuat aktivitas menerapkan strategi untuk membuat kemajuan dalam tugas belajar, memantau efektivitas strategi yang digunakan, dan memantau motivasi untuk menyelesaikan tugas pembelajaran. Sedangkan fase *reflection on performance* memuat aktivitas mengevaluasi kinerja pada tugas pembelajaran dan mengelola respons emosional yang terkait dengan hasil pengalaman belajar.



Gambar 7 fase SRL (Zumbrunn et al., 2011)

Usher dan Schunk mengambarkan fase SRL sebagaimana dalam gambar di bawah



Gambar 8 Fase SRL (Usher & Schunk, 2011)

Panadero (2017) mereview enam model SRL dan menghasilkan kesimpulan bahwa sebagian besar model terdiri dari tiga fase: persiapan, kinerja, dan penilaian. Sebagaimana dinyatakan oleh Panadero (2017, hal. 18): "(a) persiapan, yang meliputi analisis tugas, perencanaan, aktivasi tujuan, dan menetapkan tujuan; (b) kinerja, di mana tugas aktual dilakukan saat memantau dan mengendalikan kemajuan kinerja; dan (c) penilaian, di mana peserta didik merefleksikan, mengatur, dan beradaptasi untuk pertunjukan di masa depan".

Sebagai salah satu contoh, model oleh Winne dan Hadwin yaitu SRL melalui empat fase kognitif rekursif berurutan fleksibel (Winne & Hadwin, 2008). Fase-fase ini adalah 1) persepsi tugas, 2) penetapan tujuan dan perencanaan, 3) penetapan, dan 4) adaptasi. Menurut klasifikasi Panadero, definisi tugas, penetapan tujuan dan perencanaan akan menjadi bagian dari fase persiapan, diberlakukan untuk fase kinerja, dan adaptasi ke fase penilaian (Panadero, 2017). Selama fase persepsi tugas, peserta didik mengumpulkan informasi tentang tugas yang dihadapi dan mempersonalisasikan persepsi mereka tentang itu. Tahap ini melibatkan penentuan keadaan motivasi, *self-efficacy*, dan informasi tentang lingkungan di sekitar mereka. Selanjutnya, peserta didik menetapkan tujuan dan merencanakan cara menyelesaikan tugas. Beberapa tujuan dapat ditetapkan mengenai perilaku eksplisit, keterlibatan kognitif, dan perubahan motivasi. Sasaran yang ditetapkan bergantung pada bagaimana peserta didik memahami tugas yang dihadapi. Para peserta didik kemudian akan membuat rencana yang mereka kembangkan dengan menggunakan keterampilan belajar dan taktik berguna lainnya yang mereka miliki dalam daftar strategi pembelajaran mereka. Fase

terakhir adalah adaptasi, di mana peserta didik mengevaluasi kinerja mereka dan menentukan bagaimana memodifikasi strategi mereka untuk mencapai kinerja yang lebih tinggi di masa depan. Mereka dapat mengubah tujuan atau rencana mereka; mereka juga dapat memilih untuk tidak mencoba tugas tertentu lagi.

Sedangkan menurut Zimmerman, SRL memiliki tiga fase yaitu: 1) fase pemikiran, 2) fase kendali kinerja, dan 3) fase refleksi diri (Schunk, 2012; Zimmerman, 1989a). Fase pemikiran mendahului kinerja aktual dan mengacu pada proses mengatur tahapan untuk bertindak. Fase kendali kinerja (*volitional*) mencakup proses yang terjadi selama pembelajaran dan mempengaruhi perhatian dan tindakan. Selama fase refleksi diri, peserta didik akan merespon usaha yang dilakukan. Dalam fase pemikiran, peserta didik membuat tujuan, terlibat dalam perencanaan strategi, dan memegang pemahaman mengenai efikasi diri untuk mencapai tujuan. Kendali kinerja melibatkan penerapan strategi belajar yang mempengaruhi motivasi dan pembelajaran, dan begitu juga dengan pengamatan dan pencatatan kinerja. Selama periode refleksi diri, peserta didik melakukan evaluasi diri dan membuat atribusi pada kinerjanya. Dalam memperoleh ketrampilan, salah satu hal yang terpenting adalah evaluasi diri. Evaluasi diri adalah penilaian diri atas kinerja terkini dengan membandingkan tujuan yang tercatat, yang tidak diterima, dan sebagainya. Evaluasi diri yang positif akan membuat peserta didik yakin untuk belajar dan memotivasi diri mereka. Evaluasi diri yang negatif tidak serta-merta menghilangkan efikasi diri dan motivasi jika peserta didik percaya mampu untuk berhasil/sukses. Peserta didik tersebut dapat mengubah proses *self regulation* dengan bekerja lebih keras, lebih tekun,

mengadopsi strategi yang lebih baik, atau meminta bantuan guru dan teman.

Peserta didik yang belajar mandiri percaya bahwa peluang untuk mengambil tugas-tugas yang menantang, mempraktikkan pembelajaran mereka, mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang materi pelajaran, dan mengerahkan upaya akan memunculkan keberhasilan akademik (Perry, Phillips, & Hutchinson, 2006). Sebagian, karakteristik ini dapat membantu menjelaskan mengapa pelajar yang mengatur diri sendiri biasanya menunjukkan rasa kemanjuran yang tinggi. Dalam literatur psikologi pendidikan, peneliti telah menghubungkan karakteristik ini dengan kesuksesan di dalam dan di luar sekolah (Pintrich, 2000). Pembelajar mandiri dapat berhasil karena mereka mengendalikan lingkungan belajar mereka. Mereka menggunakan kontrol ini dengan mengarahkan dan mengatur tindakan mereka sendiri ke arah tujuan pembelajaran mereka. Pembelajaran yang diatur sendiri harus digunakan dalam tiga fase pembelajaran yang berbeda. Fase pertama adalah selama pembelajaran awal, fase kedua adalah saat pemecahan masalah yang dihadapi selama pembelajaran dan fase ketiga adalah ketika mereka mencoba untuk mengajar orang lain.

Menurut teori kognitif sosial, penggunaan strategi *self regulation* dipengaruhi oleh sistem keyakinan peserta didik. Peserta didik yang mengatur dirinya secara metakognitif menyadari hubungan strategis antara proses *self regulation* dan hasil pembelajaran, akan merasa yakin dengan penggunaan strategi, memiliki tujuan pembelajaran akademik, memiliki kendali atas pikiran yang melemahkan dan membuat cemas, dan menyakini bahwa penggunaan startegi akan membantu mereka mencapai tujuan yang lebih baik.

Sedangkan Schunk dkk menyampaikan tiga indikator SRL yaitu:

a) *Self monitoring* (pemantauan diri) adalah kemampuan seseorang untuk menganut perilaku berdasarkan situasi lingkungan dan reaksi orang lain atau faktor internal seperti kepercayaan, sikap, dan kepentingan individu
b) *Self instruction* (instruksi diri) adalah suatu proses yang dirancang untuk meningkatkan *self regulation* (pengaturan diri) secara mandiri melalui pernyataan-pernyataan verbal yang mendorong, membimbing, dan memelihara tindakan-tindakan non-verbal.
c) *Self reinforcement* (penguatan diri) adalah suatu proses dimana individu menguatkan diri mereka sendiri yang bergantung pada respon yang diinginkan yang mana meningkatkan kecenderungan pada respon pada waktu berikutnya. (Schunk, 2012)

Untuk meningkatkan sikap positif dan kinerja akademik, pelajar yang ahli harus diciptakan. Pembelajar yang ahli mengembangkan strategi belajar yang mampu mengatur diri sendiri dalam menentukan tujuan, cara, dan mengevaluasi belajarnya. Salah satu strategi ini adalah kemampuan untuk mengembangkan dan mengajukan pertanyaan dan menggunakan pertanyaan-pertanyaan ini untuk memperluas pengetahuan mereka sebelumnya. Teknik ini memungkinkan peserta didik untuk menguji pemahaman yang benar tentang pengetahuan mereka dan membuat koreksi tentang bidang konten yang memiliki kesalahpahaman. Ketika pembelajar terlibat dalam pertanyaan, itu memaksa mereka untuk lebih aktif terlibat dalam pembelajaran mereka. Ini juga memungkinkan mereka untuk menganalisis diri dan menentukan tingkat pemahaman mereka.

Keterlibatan aktif ini memungkinkan pelajar untuk mengatur konsep ke dalam skema yang ada. Melalui penggunaan pertanyaan, peserta didik dapat mengakomodasi dan kemudian mengasimilasi pengetahuan baru mereka dengan skema yang ada. Proses ini memungkinkan pelajar untuk memecahkan masalah baru dan ketika skema yang ada tidak bekerja pada masalah baru, pelajar harus mengevaluasi kembali dan menilai tingkat pemahaman mereka. Untuk memperkuat *self-regulation* peserta didik, intervensi pendidikan (oleh guru) dapat berfokus pada satu atau lebih dari satu proses *self-regulation* dan memberi pengajaran dan latihan pada peserta didik mengenai proses tersebut. Pembelajaran awal bisa dilanjutkan ketika peserta didik mengobservasi model sosial. Selanjutnya, peserta didik akan mampu menunjukkan kemampuan yang belum sempurna dengan bimbingan dan umpan balik yang sesuai. Saat peserta didik mengembangkan kemampuan, peserta didik memasuki fase kendali di mana mereka dapat mencocokkan tindakan dengan representasi internal kemampuan mereka. Di tingkat akhir, peserta didik mengembangkan proses *self regulated* yang digunakan untuk mempertajam kemampuan dan memilih tujuan baru. Dalam observasi melibatkan penilaian aspek yang diobservasi dalam perilaku seseorang sesuai standar dan bereaksi secara positif atau negatif. Evaluasi dan reaksi orang-orang membuat tahapan bagi observasi tambahan pada aspek perilaku yang sama atau yang lainnya.

J. Formulasi Prinsip

Tabel 4 Formulasi Model Pembelajaran Matematika Berbasis Proyek dalam Kerangka Integrasi STEMI

Komponen Formulasi	Pembelajaran Matematika	Pembelajaran Berbasis Proyek	Integrasi STEM dan Islam	*Self-Regulated Learning*	Kemampuan Berpikir Kritis
Teori Pendidikan Islam, Piaget, dan Vygotsky					
a. Tujuan: membimbing peserta didik dalam sebuah proyek kolaboratif yang mengintegrasikan serbagai subyek (materi) kurikulum, memberikan kesempatan	Bertujuan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan penguasaan konsep-konsep matematika melalui aktivitas penyelidikan secara berkelompok yang melibatkan proyek multidissipliner	Bertujuan untuk mengembangkan *self-regulated learning*, sikap *ta'awun* (kepedulian sosial) melalui interaksi sosial dalam situasi nyata	Kerangka kerja integrasi STEM dan Islam fokus pada peningkatan tingkat interkoneksi dan saling ketergantungan di antara disiplin ilmu yang mencakup pengetahuan dan keterampilan yang dipelajari dari dua atau lebih disiplin	Bertujuan untuk mengembangkan kemandirian dalam mengatur belajar dengan cara menentukan tujuan, merencanakan cara belajar, memantau, dan refleksi	Bertujuan untuk mengembangkan keterampilan mengambil keputusan berdasarkan solusi pemecahan terbaik dan argumen-argumen yang valid

Komponen Formulasi	Pembelajaran Matematika	Pembelajaran Berbasis Proyek	Integrasi STEM dan Islam	*Self-Regulated Learning*	Kemampuan Berpikir Kritis
kepada para peserta didik untuk menggali konten (materi) dengan menggunakan berbagai cara bermakna bagi dirinya, dan melakukan eksperimen secara kolaboratif			ilmu yang diterapkan pada masalah dan proyek dunia nyata, sehingga membentuk pengalaman belajar optimal. Integrasi STEMI "disengaja" dan "spesifik" dengan pertimbangan yang diberikan pada konten dan konteks		
b. Pendekatan: *student-centered*	Proses pembelajaran berpusat pada	Proses pembelajaran berpusat pada peserta	Proses pembelajaran berpusat pada	Peserta didik aktif menentukan	Peserta didik aktif melakukan

Komponen Formulasi	Pembelajaran Matematika	Pembelajaran Berbasis Proyek	Integrasi STEM dan Islam	*Self-Regulated Learning*	Kemampuan Berpikir Kritis
learning yang melibatkan interaksi sosial	peserta didik melalui aktivitas penyelidikan secara berkelompok dan beracuan pada proyek yang melibatkan dunia nyata maupun instruksi yang diberikan guru	didik dengan bertanggungjawab dalam mengontrol kinerja diri sendiri, sesama anggota tim secara individu, maupun kinerja organisasi/kelompok secara keseluruhan	peserta didik melalui aktivitas penyelesaian proyek dengan konteks Islam dan melibatkan sains, teknologi, dan *engineering* dalam upaya memahami konsep matematika dan kemampuan berpikir kritis matematis.	tujuan, merencanakan, memantau dan mengevaluasi cara belajar secara mandiri	penyelidikan dalam rangka mengupayakan kemampuan berpikir kritis
c. Strategi: pembentukan interaksi positif antara	Kegiatan penyelidikan ilmiah secara berkelompok yang	Kegiatan kolaborasi yang mengembangkan keterampilan sosial	Kajian proyek yang melibatkan lima disiplin ilmu yaitu matematika, sains,	Penciptaan iklim kolaboratif yang mampu meningkatkan	Penciptaan iklim penyelidikan dalam rangka peningkatan

Komponen Formulasi	Pembelajaran Matematika	Pembelajaran Berbasis Proyek	Integrasi STEM dan Islam	*Self-Regulated Learning*	Kemampuan Berpikir Kritis
guru dan peserta didik, penekanan pada pengaruh sosial dan kultural, penggunaan bahasa dan komunikasi efektif, konstruksi pengetahuan berdasarkan aktivitas sosial (Zhou & Brown,	mengembangkan keterampilan proses dan keterampilan kognitif (keterampilan berpikir tingkat tinggi)	dalam hal ini sikap toleran, berpikir kritis, dan kemandirian dalam berperan dalam kelompok sesuai dengan tugasnya	teknologi, *engineering*, dan Islam untuk menyelesaikan masalah interdisipliner	kemandirian belajar	kemampuan berpikir kritis

Komponen Formulasi	Pembelajaran Matematika	Pembelajaran Berbasis Proyek	Integrasi STEM dan Islam	*Self-Regulated Learning*	Kemampuan Berpikir Kritis
2015)					
d. Proses: peserta didik terlibat dalam aktivitas pembelajaran secara berkelompok dengan bimbingan guru	Peserta didik melakukan kegiatan penyelidikan secara berkelompok dengan bimbingan guru	Peserta didik mengembangkan produk dari kegiatan proyek kelompok untuk menyelesaikan masalah interdisipliner	Peserta didik mempelajari kaidah-kaidah dalam fiqih (Islam) yang melibatkan konsep matematika dan sains dengan bantuan teknologi dan rekayasa	Peserta didik menyelesaikan proyek secara kolaboratif, dengan pembagian tugas yang jelas sehingga peserta didik terlatih untuk mandiri dalam kelompok	Peserta didik mengembangkan kemampuan kognitif sehingga mampu mengambil keputusan
e. Evaluasi: guru menerapkan teknis dan instrumen	Penerapan evaluasi yang mengukur keterampilan proses (keterampilan penyelidikan) dan	Penerapan evaluasi yang mengukur tingkat keterampilan komunikasi, toleran, kerjasama,	Pengembangan instrumen evaluasi yang mengacu pada integrasi antara lima disiplin dalam	Angket SRL, lembar observasi kerjasama, lembar observasi sikap *ta'awun*	Soal kemampuan berpikir kritis, lembar penilaian proses penyelesaian

Komponen Formulasi	Pembelajaran Matematika	Pembelajaran Berbasis Proyek	Integrasi STEM dan Islam	*Self-Regulated Learning*	Kemampuan Berpikir Kritis
evaluasi yang mengukur pencapaian kemampuan berpikir kritis, SRL, sikap kerjasama, dan sikap *ta'awun*	penguasaan konsep-konsep matematika	manajemen kinerja, koordinasi tugas, dan pelaporan secara kolektif	STEMI		proyek

BAB III

KERANGKA MPM PJBL STEMI

A. Sintaks

Sintaks model pembelajaran pembelajaran matematika berbasis proyek dalam kerangka integrasi STEM dan Islam mengadopsi langkah-langkah pembelajaran yang dikembangkan oleh English & Kitsantas. English & Kitsantas (2013) menawarkan PjBL dalam siklus bertanya, melaksanakan penyelidikan, menerapkan logika dan penalaran, mengembangkan dan menguji hipotesis, mengevaluasi bukti, mensintesis informasi, dan mengintegrasikan masukan rekan dan guru yang mengarah pada tingkat pemahaman yang lebih dalam (English & Kitsantas, 2013). Kegiatan ini terjadi dalam tiga fase utama: 1) peluncuran proyek/masalah, 2) penyelidikan terpandu dan pembuatan produk/solusi, dan 3) penyelesaian proyek/masalah (Mergendoller et al., 2006).

Capraro et al. (2013) mengungkapkan langkah-langkah yang dilakukan peserta didik dalam pembelajaran PjBL yaitu *Identify Problem and Constraints, Research, ideate, Analyze Ideas, build, Test and Refine* dan *Communicate and Reflect*. Sedangkan langkah-langkah pembelajaran dalam STEM menurut Capraro et al. (2016) 1. *Teacher Introduction*, 2. *Objectives*, 3. *Connections*, 4. *Welldefined outcome*, 5. *Materials Used*, 6. *Engagement*, 7. *Exploration*, 8. *Explanation*, 9. *Extension*, dan 10. *Evaluation/Assessment*. Dalam penelitian ini, sintaks pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dalam kerangka integrasi STEM dan Islam adalah: 1) tahap pengajuan masalah, 2)

tahap penyelidikan, 3) tahap pengembangan ide dan pengujian, 4) tahap penyelesaian proyek, dan 5) tahap komunikasi dan refleksi.

1) Tahap 1: Pengajuan Masalah/Proyek

Pada Tahap 1 Pengajuan Masalah/Proyek, peserta didik memperoleh pemahaman tentang pertanyaan dari proyek (pertanyaan penting atau pernyataan masalah), tujuan pembelajaran, dan pentingnya materi bagi peserta didik. Pada tahap ini guru menyampaikan pengantar tentang materi STEMI yang dibutuhkan dalam menyelesaikan proyek yang diberikan. Selama tahap ini, peserta didik mengaktifkan pikiran dan perasaan yang dibutuhkan untuk motivasi, menghasilkan visi, dan mengaktifkan pengetahuan sebelumnya. Proses ini memungkinkan peserta didik untuk menyelesaikan proyek PjBL STEMI dengan mengidentifikasi pertanyaan-pertanyaan penting. Selama Fase ini dari, guru mengajukan proyek yang melibatkan materi sains, teknologi, *engineering,* matematika, dan Islam untuk diselesaikan peserta didik secara berkelompok dan memfasilitasi proses yang mendukung peserta didik dalam mengidentifikasi apa yang telah, apa yang perlu diketahui tentang masalah, apa yang perlu diketahui, bagaimana menyelesaikan proyek, bagaimana membuktikan solusi proyeknya berhasil, dan bagaimana merevisi proyeknya setelah mendapat masukan peserta didik lain. Peserta didik juga mengidentifikasi pengetahuan sebelumnya (*prior knowledge*) yang siap digunakan untuk menyelesaikan proyek. Pengetahuan sebelumnya yang dibutuhkan oleh peserta didik untuk menyelesaikan proyek diberikan dalam bentuk tanya jawab konstruktif yang dipandu dengan lembar kerja secara berkelompok dan individu. Proyek PjBL STEMI diberikan dalam bentuk lembar kerja peserta didik (LKPD) yang berisi instruksi dan pertanyaan eksplisit agar peserta didik melakukan aktivitas belajar dengan baik. Proyek didesain dengan melibatkan disiplin sains, matematika, teknologi, *engineering,* dan Islam. Kegiatan berdoa, penguatan motivasi, dan menjaga soliditas kelompok dilakukan peserta didik

untuk menjaga ketahanan individu dan kelompok dalam menyelesaikan proyek.

2) Tahap 2 Penyelidikan

Tahap 2 kegiatan PjBL STEMI adalah melaksanakan penyelidikan yang meliputi mengumpulkan informasi dan membuat makna berkaitan dengan masalah atau proyek yang diajukan. Kegiatan penyelidikan dilaksanakan secara kelompok dan individu dengan pembagian tugas yang proporsional. Informasi yang dikumpulkan meliputi konsep matematika, sains, teknologi, *engineering*, dan Islam yang akan digunakan untuk menyelesaikan proyek. Dalam tahap ini, peserta didik terlibat dalam tugas-tugas pembelajaran yang kompleks, seperti memilih cara yang khas untuk belajar, membangun makna, merefleksikan, menggabungkan umpan balik, dan merevisi gagasan. Untuk mendukung peserta didik melalui fase ini, guru harus fokus pada kemampuan berpikir peserta didik dalam merencanakan penyelesaian proyek. Ketika guru dengan sengaja memunculkan artikulasi pemikiran, penalaran, dan proses peserta didik, peserta didik memperoleh latihan dalam observasi diri, pemantauan, dan pencarian bantuan, sementara guru dapat menilai tingkat pemahaman dan kemajuan peserta didik, dan memastikan peserta didik menghubungkan aktivitasnya dengan tujuan pembelajaran.

3) Tahap 3 Pengembangan Ide dan Pengujian

Tahap 3 kegiatan PjBL STEMI adalah pengembangan ide dan pengujian, yang meliputi merefleksikan hasil penyelidikan, menyusun ide dan hipotesis proyek yang dibuat, dan menguji ide tersebut dengan melakukan pemeriksaan bukti, eksperimen, penerapan logika dan penalaran, serta masukan dari teman dan guru. Ide-ide yang dihasilkan selanjutnya akan dilakukan pengujian untuk memilih dan menetapkan penyelesaian proyek. Pengujian ide dilakukan dengan membandingkan dengaan konsep dasar dalam disiplin STEMI dan melibatkan teknologi. Dalam tahap ini peran guru adalah mendorong peserta didik untuk mengungkapkan ide dan membantu peserta didik menemukan sintesis dari semua ide

peserta didik. Ide-ide tersebut berkaitan dengan konsep STEM dan Islam yang mendasari penyelesaian proyek secara berkelompok atau individual.

4) Tahap 4 Penyelesaian Proyek

Tahap 4 PjBL dalam STEMI adalah menyelesaikan proyek. Tahap ini meliputi menyelesaikan masalah atau proyek secara berkelompok atau individu. Masalah atau proyek tersebut diselesaikan dengan strategi yang ditemukan sebelumnya dalam pengembangan ide dan pengujian. Peserta didik terlibat dalam tugas-tugas pembelajaran yang kompleks yang menjadi tugasnya dengan melakukan kolaborasi bersama teman-temannya. Dalam fase penyelesaian proyek akan terlihat sejauh mana tugas-tugas individu bisa membantu penyelesaian tugas kelompok dan terlihat bagaimana interaksi dan kekompakan kelompok dalam mendukung tugas individu teman-temannya dengan melakukan koreksi atau apresiasi. Untuk mendukung peserta didik melalui fase ini, guru harus fokus pada membuat kemampuan berargumen, komunikasi asertif, dan kemandirian peserta didik terlihat dalam bentuk bantuan berupa pertanyaan untuk memandu peserta didik dalam menyelesaikan masalah/proyek. Ketika guru dengan sengaja memunculkan pertanyaan-pertanyaan yang menuntut penalaran dan berpikir kritis dalam bentuk bantuan (*scaffolding*), peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang mendukung pemahaman dan kemajuan belajarnya, dan memastikan peserta didik menghubungkan aktivitasnya dengan tujuan pembelajaran.

5) Tahap 5 Komunikasi dan Refleksi

Selama Tahap 5 PjBL ini yaitu komunikasi dan refleksi, peserta didik merefleksikan hasil pembelajaran dan hasil proses secara keseluruhan dan membandingkannya dengan tujuan dan harapan proyek. Tahap ini merupakan tahap formal yang dirancang dengan maksud untuk memajukan pembelajaran konten dan konsep serta proses pembelajaran. Selama fase ini, peserta didik membagikan proyek atau solusi dan bagaimana peserta didik sampai pada kesimpulan dengan mepresentasikan hasil proyeknya

di depan teman-temannya. Dalam tahap ini, peserta didik ditutut untuk membangun argumen dan komunikasi asertif untuk berdiskusi dengan kelompok lain. Dalam tahap ini, guru membantu peserta didik untuk berdialog dengan argumen dan kemampuan bernalar, berlogika dan bepikir kritis, namun tetap dalam suasana yang santun, hangat, dan saling menghargai. Guru juga menjembatani pertanyaan dan jawaban yang kurang sesuai berdasarkan teori dan konsep yang sudah dipelajari oleh peserta didik.

Selama tahap ini, peserta didik merefleksikan pengetahuan baru dan pemahaman konseptual serta proses pembelajaran itu sendiri. Peran guru dalam tahap ini adalah untuk mendorong evaluasi dan refleksi teman, untuk memfasilitasi perbandingan sesama, dan untuk terus menghubungkan temuan kembali ke tujuan pembelajaran. Guru juga hendaknya mendorong peserta didik untuk membagikan apa yang berhasil dengan baik selama proses pembelajaran dan apa yang mungkin mereka lakukan secara berbeda di lain waktu. Selanjutnya, untuk berkontribusi pada kemanjuran diri dan motivasi peserta didik, guru harus memberikan pujian yang difokuskan pada upaya peserta didik (bukan hanya hasil), dan atribut keberhasilan ke tingkat upaya dan penggunaan strategi yang efektif, daripada kemampuan.

Gambar 9. Sintaks Model Pembelajaran Matematika Berbasis Proyek dalam Kerangka Integrasi STEMI

B. Prinsip Reaksi

Model Pembelajaran Matematika Berbasis Proyek dalam Kerangka Integrasi STEMI menuntut peran guru sebagai fasilitator pembelajaran dengan paradigma *student-centered learning*. Peserta didik lebih banyak memegang kendali atas pekerjaan dan proses belajarnya sendiri. Dalam pembelajaran berbasis proyek, tugas guru adalah memastikan bahwa kegiatan penyelidikan dapat berlangsung sebagaimana kriteria maupun standar yang telah ditetapkan. Dalam hal ini, guru bertugas untuk mendorong aktivitas peserta didik dalam merumuskan pertanyaan-pertanyaan penyelidikan, merumuskan hipotesis, menginterpretasikan data, dan membangun konstruksi pembelajaran sebagai cara efektif dalam menafsirkan realitas (Joyce et al., 2015). Selain itu, dalam kerangka STEMI proyek didesain dalam bentuk penugasan multidisiplin ilmu yang melibatkan matematika, sains, *engineering,* teknologi, dan Islam.

Penerapan PjBL juga membutuhkan tugas dan peran guru dalam menyediakan pengalaman-pengalaman kontekstual untuk peserta didik. PjBL menekankan pada terjadinya kontekstualisasi, yaitu penyajian pengalaman nyata yang dibutuhkan peserta didik untuk mendukung pembelajaran maupun membangun kebermaknaan dirinya (Trisdiono, 2014). Salah satu karakteristik dari PjBL adalah kebebasan dan otonomi peserta didik untuk menetapkan beberapa konten materi, sarana pembelajaran termasuk orientasi dalam hal implementasi proyek (Shpeizer, 2019). Guru juga bertugas untuk memantau perkembangan proyek yang sedang dikerjakan peserta didik. Dalam iklim pembelajaran berbasis kerja tim, pengajar melakukan pemantauan untuk memastikan dan mengontrol kinerja tim agar dapat berjalan sebagaimana yang diinginkan. Dalam PjBL yang menuntut adanya kerja tim dalam pembelajaran dan penyelesaian proyek, guru harus secara kontinu melakukan pemantauan, memberikan bantuan atau menengahi konflik-konflik yang terjadi selama proses diskusi, memberikan motivasi, memberikan instruksi secara jelas, memberikan umpan balik positif, mengevaluasi kemajuan

kelompok, mengklarifikasi (mengoreksi) kontribusi-kontribusi yang tidak akurat, hingga mendorong partisipasi dari tiap-tiap peserta didik secara aktif. Salah satu tahapan dari pembelajaran berbasis proyek adalah proses pemantauan perkembangan proyek peserta didik yang dilakukan oleh guru dengan menggunakan instrumen yang telah disiapkan.

C. Sistem Pendukung

1. Sistem Sosial

Pembelajaran dalam kerangka integrasi STEMI menuntuk penguasaan pengetahuan multidisiplin secara utuh dan komprehensif. Sedangkan dalam PjBL, peserta didik dituntut untuk melakukan penyelidikan dan penyelesaian proyek dengan melibatkan pengetahuan lintas disiplin yaitu matematika, sains, teknologi, dan Islam dan harus disertai dengan keberanian, kerendahan hati, dan kesadaran bahwa pengetahuan bukanlah kebenaran mutlak dan bisa berdiri sendiri tanpa menyapa pengetahuan lain (Abdullah, 2020; Bagir & Abdalla, 2020). Penciptaan iklim pembelajaran ini kemudian dapat dipadukan dengan kebutuhan sistem sosial dari penerapan PjBL. PjBL menghendaki pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dengan menciptakan kesempatan untuk mengendalikan kegiatan pembelajaran secara mandiri sehingga dapat menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan (Çevik, 2018). Peserta didik yang terlibat dalam penciptaan proyek-proyek autentik dimungkinkan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif dengan mendayagunakan beragam kompetensi terutama dalam merencanakan, membangun, memprogram, mendokumentasikan kemajuan, termasuk menetapkan desain proyek.

Sistem sosial dalam pembelajaran matematika dan sains yang cenderung ketat dan disiplin serta sistem sosial dari pembelajaran Islam dan teknologi yang lebih bersifat terbuka dan fleksibel memberikan dampak yang saling melengkapi. Di satu sisi,

peserta didik dalam kelompok harus berdisiplin dalam menerapkan metode penyelidikan ilmiah dan di sisi lain diberikan kebebasan secara bertanggungjawan dalam mengelola dan mengendalikan aktivitas proyek kelompok dalam rangka menghasilkan sebuah produk. Dengan demikian, sistem sosial yang dibutuhkan dalam penerapan model pembelajaran matematika berbasis proyek adalah pemberian kebebasan dan kemandirian belajar kepada peserta didik secara bertanggungjawab terutama dalam hal aktivitas kolaborasi dan pengembangan produk. Di saat yang bersamaan, para peserta didik juga dituntut untuk menerapkan pola kerja yang disiplin dalam mempraktikkan aktivitas penyelidikan ilmiah berdasarkan prinsip-prinsip maupun tahapan metode ilmiah. Kebebasan kolaborasi ini diwujudkan dalam penerapan prinsip "*bargaining position*", di mana peserta didik bekerja sama melalui pembagian tugas bersama dengan mengacu pada perspektif dan preferensi dari tiap-tiap anggota dan secara mandiri mampu mengontrol diri sendiri dalam menyelesaikan tugasnya sehingga kerja kelompok menjadi lancar dan berhasil mencapai tujuan bersama.

2. Sistem Pendukung Lainnya

Guru perlu menyiapkan sistem pendukung untuk mengoptimalkan kegiatan penyelidikan berbasis proyek kelompok yang dilakukan peserta didik. Dalam hal ini, guru dapat menyiapkan akses komunikasi yang fleksibel dengan tiap-tiap kelompok peserta didik, baik dalam interaksi langsung secara tatap muka, jarak jauh maupun kombinasi dari keduanya. Selain itu, guru juga bisa menyediakan beragam alternatif literatur yang dapat dikaji peserta didik sebagai modal awal dalam melakukan penyelidikan. Literatur tersebut dapat berupa materi STEM dan Islam dengan berbagai perspektif sehingga peserta didik terbuka menerima suatu kebenaran lain. Guru juga berkewajiban untuk memastikan dukungan akses transportasi dan perijinan untuk menjamin kelancaran proses penyelidikan di lapangan, termasuk jika perlu menyediakan peralatan elektronik yang dibutuhkan untuk pengumpulan data.

Produk dalam pembelajaran matematika dalam kerangka STEM dan Islam sebagai hasil kajian peserta didik juga harus dikelola dengan baik sebagai suatu karya monumental dari peserta didik yang sangat berharga. Oleh karena itu, guru perlu menyiapkan skenario maupun dukungan terkait fasilitas yang dibutuhkan dalam proses produksi yang dihasilkan. Dengan demikian, penyiapan sistem pendukung ini akan menambah efektivitas serta kebermaknaan dari proses pembelajaran karena mampu mengoptimalkan nilai kebergunaan dari produk yang dihasilkan peserta didik. Perencanaan terkait sistem pendukung sejatinya memiliki peran yang penting karena secara tidak langsung akan mempengaruhi efektivitas dari sistem sosial yang ditargetkan dalam pembelajaran. Inti dari penyiapan serta perencanaan sistem dukungan maupun sistem sosial dalam pembelajaran ini adalah penerapan komunikasi yang efektif dan fleksibel di antara peserta didik maupun antara peserta didik dengan guru.

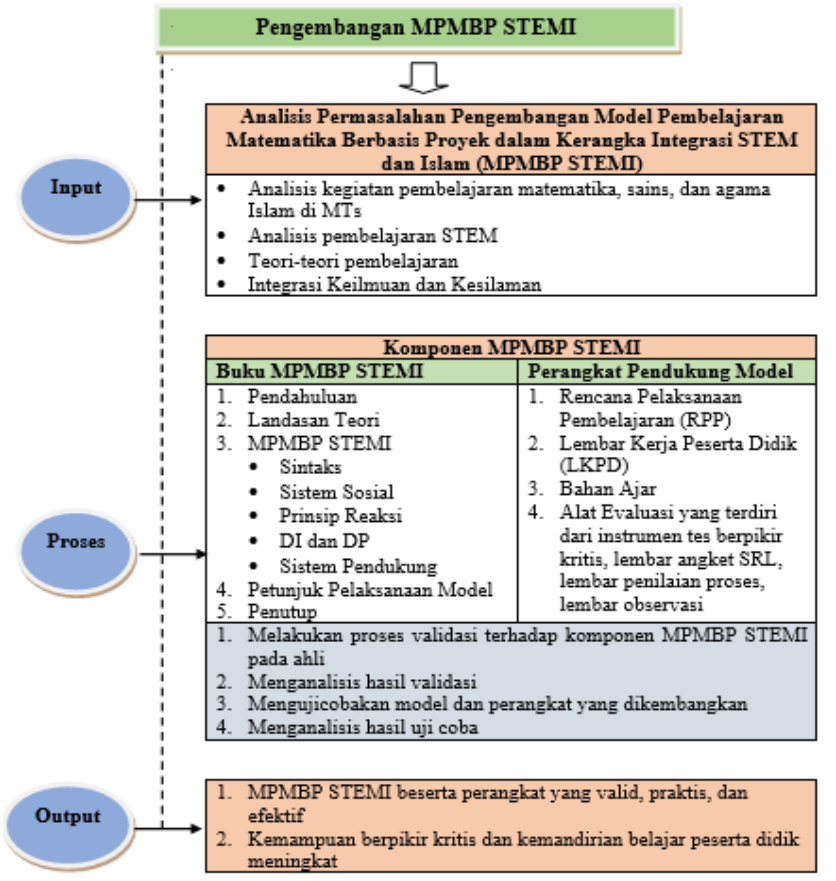
D. Dampak

Gambar 10. Dampak Model Pembelajaran Matematika Berbasis Proyek dalam Kerangka Integrasi STEM dan Islam

Tabel 5. Rancangan Model Pembelajaran Matematika Berbasis Proyek dalam Kerangka Integrasi STEMI (MPM PJBL STEMI)

No	Aspek	Indikator
1	Teori Pendukung	Teori pendidikan Islam, Piaget, Vygotsky, STEM, Integrasi Keislaman dan Keilmuan, Integrasi STEMI, Berpikir Kritis, *Self-Regulated Learning*
2	Komponen/Isi MPM PJBL STEMI	
	Sintaks	Sintaks utama yang dikembangkan adalah: 1) tahap pengajuan masalah, 2) tahap penyelidikan, 3) tahap pengembangan ide dan pengujian, 4) tahap penyelesaian proyek, dan 5) tahap komunikasi dan refleksi. Proyek yang diberikan dalam pembelajaran adalah proyek menentukan arah kiblat dan proyek membuat miniatur bak air untuk wudlu yang airnya selalu suci dan mensucikan, hemat air, dan tidak berulangkali mengisi bak air tersebut.
	Sistem Sosial	Sistem sosial model yang dikembangkan adalah adanya kerjasama dan sikap *ta'awun* yang sangat dibutuhkan dalam penyelesaian proyek dalam kelompok. Kegiatan pembelajaran dirancang sehingga membutuhkan kekompakan kelompok karena melibatkan lima disiplin ilmu yaitu sains: tekanan hidrostatis, teori Bernoulli, penggunaan kompas dan peta, teknologi: aplikasi adobe, internet, dan alat bantu hitung,

No	Aspek	Indikator
		engineering: desain rekayasa, matematika: luas bidang datar dan volume bangun ruang, dan Islam: arah kiblat dan air suci dan mensucikan. Guru sebagai fasilitator membantu peserta didik untuk merencanakan dan menyelesaikan proyek yang membutuhkan pemahaman lima disiplin ilmu. Guru terus memotivasi peserta didik agar terlibat aktif dalam pembelajaran dan bekerjasama dengan peserta didik lain dalam kelompok.
	Prinsip Reaksi	Prinsip reaksi model pembelajaran matematika berbasis proyek dalam kerangka STEMI memposisikan guru sebagai fasilitator, motivator, dan mediator
	Sistem Pendukung	Sistem pendukung dalam model pembelajaran matematika yang dikembangkan adalah buku model, RPP, LKPS, bahan ajar, dan lembar penilaian pembelajaran
	Dampak Instruksional dan Dampak Pengirin	Dampak instruksional dalam model pembelajaran ini adalah adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik dan kemandirian belajar peserta didik. Sedangkan dampak nurturan (pengiring) model pembelajaran yang dikembangkan adalah munculnya sikap kerjasama dan sikap *ta'awun* pada peserta didik.



Gambar 11 Pengembangan MPM PJBL STEMI

BAB IV

PETUNJUK PENGGUNAAN MPM PJBL STEMI

Pembelajaran merupakan bagian dari proses pendidikan yang dirancang secara terstruktur, sistematis, dan komprehensif yang dilakukan sebagai upaya mencapai tujuan. Pelaksanaan pembelajaran harus dilakukan dengan matang dan optimal agar peserta didik mempunyai kesempatan untuk mengembangkan diri baik kognitif, afektif, maupun psikomotorik. Perkembangan teknologi informasi yang sangat cepat mengharus perbaikan proses pembelajaran agar peserta didik siap menyongsong abad 21 dan revolusi industri 4.0 saat ini. Abad 21 akan memberikan tantangan yang begitu besar bagi masa depan peserta didik, di antaranya adalah perubahan yang sangat cepat dalam setiap aspek kehidupan, dan guru diharapkan siap dengan hal tersebut. Karena perubahan tersebut tentu saja akan berimbas pada peserta didik, yang harus siap dengan tantangan-tantangan yang akan mereka hadapi kedepannya. Pembelajaran pada abad 21 harus dikemas sedemikian sehingga memberi kesempatan untuk membangun dan mengkonstruk pengetahuannya sendiri.

Dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik sering dihadapkan pada masalah yang tidak mungkin bisa diselesaikan hanya dengan satu disiplin ilmu. Peserta didik harus mampu mengitegrasikan pengetahuan yang dibangunnya untuk mencari solusi masalah yang dihadapi. Tetapi, selama ini peserta didik belajar di sekolah dalam bentuk mata pelajaran terpisah dan masih jarang dijumpai upaya guru dalam mendesain pembelajaran yang mengintegrasikan

berbagai mata pelajaran dalam satu aktivitas belajar baik berupa masalah atau proyek. Tantangan guru adalah menyiapkan model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengintegrasikan antara pengetahuan dan keterampilan dalam menyelesaikan permasalahannya. Kesempatan akan sulit tercipta jika dalam pembelajaran terjadi pemisahan antara pengetahuan dan keterampilan. Pfeiffer et al. (2013) menyatakan bahwa pembelajaran STEM mengharuskan keterampilan dan pengetahuan dipakai secara bersamaan oleh peserta didik. Garis penghubung dibutuhkan untuk menjembatani perbedaan dari keempat aspek pada STEM sehingga keempat aspek dalam STEM dapat diberikan dan diterapkan secara bersamaan dalam pembelajaran.

Tugas guru dalam pembelajaran meliputi tiga aktivitas yaitu aktivitas perencanaan, aktivitas pelaksanaan, dan aktivitas evaluasi pembelajaran (Ebbutt, S., & Straker, 1995). Tiga aktivitas tersebut secara rinci akan disesuaikan dengan model yang dikembangkan oleh guru. Tiga aktivitas tersebut harus diperhatikan oleh guru agar model pembelajaran matematika berbasis proyek dalam kerangka integrasi STEM dan Islam dapat dilaksanakan dengan baik dan berjalan efektif. Model pembelajaran matematika berbasis proyek dalam kerangka integrasi STEM dan Islam dirancang dengan mengintegrasikan lima disiplin ilmu dalam satu proyek dan masalah yang diharapkan mampu membantu peserta didik dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar. Model pembelajara dirancang agar peserta didik mampu menyelesaikan masalah yang melibatkan lima disiplin ilmu yaitu sains, matematika, Islam dengan bantuan teknologi dan teknik.

A. Tahap Perencanaan

Ebbutt, S. dan Straker (1995) mengemukakan bahwa pada tahap perencanaan, guru harus merancang lingkungan dan suasana belajar yang mendukung peserta didik untuk membangun pengetahuan dan merancang aktivitas matematika yang memudahkan peserta didik membangun pemahaman matematika.

Pada model pembelajaran matematika berbasis proyek dalam kerangka integrasi STEM dan Islam tugas guru pada tahap ini diuraikan sebagai berikut.

3. Memahami karakteristik peserta didik

   Informasi tentang karakteristik peserta didik sangat bermanfaat unuk merancang aktivitas belajar, pengemasan materi pembelajaran, proyek dan masalah, serta metode pembelajaran yang akan dipilih. Karakteristik peserta didik yang harus diketahui antara lain tingkat perkembangan kognitif, kondisi sosial, latar belakang keluarga dan lingkungan, kebiasaan belajar, dan aktivitas sehari-hari yang berkaitan dengan konteks materi pembelajaran. Di samping itu, karakteristik peserta didik bisa juga dimanfaatkan untuk mengetahui tingkat kesiapan dan kemampuan awal peserta didik dalam melaksanakan aktivitas pembelajaran. Rencana pembelajaran yang didesain dengan mempertimbangkan karakteristik peserta didik diharapkan dapat diimplementasikan dengan baik dan berjalan optimal.

4. Menganalisis materi pelajaran

   Secara umum materi pembelajaran sudah ditetapkan melalui Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan dan Menteri Agama. Namun demikian, guru harus melakukan pengemasan materi pelajaran mudah diterima peserta didik sehingga membantu peserta didik dalam membangun pemahaman dan pengetahuan. Di samping itu, materi pelajaran selama ini disampaikan terpisah pada masing-masing mata pelajaran. Pada model pembelajaran matematika berbasis proyek dalam kerangka integrasi STEM dan Islam ini, materi pelajaran berisi gabungan beberapa mata pelajaran yang dikemas dalam bentuk proyek. Untuk itu guru harus melakukan analisis materi pelajaran yang melibatkan mata pelajaran sains, matematika, dan pendidikan agama Islam yang selanjutnya diintegrasikan dan dikemas dalam bentuk proyek atau masalah. Proyek atau masalah yang disusun paling tidak harus melibatkan dua mata pelajaran sehingga melatih peserta didik untuk mengambil

keputusan dalam berbagai perspektif dan melatih peserta didik untuk memahami perspektif lain yang digunakan oleh seseorang dalam mengambil keputusan.

5. Menyusun RPP

   Tahapan berikutnya, setelah melakukan analisis materi dan analisis terhadap karakteristik peserta didik adalah menyusun rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP). RPP disusun secara sistematis dan terstruktur serta mudah dilaksanakan dengan mengacu pada hasil analisis materi dan analisis karakteristik peserta didik.

6. Memahami sistem pendukung

   Model pembelajaran ini dikembangkan secara khusus dengan melibatkan lima disiplin ilmu, sudah pasti mempunyai perbedaan dengan model model pembelajaran lain. Oleh karena itu, penting bagi guru untuk mengetahui perangkat pembelajaran sebagai sistem pendukung terlaksananya model pembelajaran yang dikembangkan. Sistem pendukung yang dikembangkan di antaranya adalah memahami RPP sebagai panduan pelaksanaan kegiatan pembelajaran dengan rincian materi yang telah disusun. Bahan ajar atau hand out sebagai panduan yang berisi materi untuk mendukung kegiatan pembelajaran. Lembar kerja peserta didik (LKPD) sebagai panduan melakukan aktivitas menyelesaikan proyek yang melibatkan lima disiplin ilmu, dan tes kemampuan berpikir kritis, kemandirian belajar peserta didik untuk melihat sejauh mana model pembelajaran berdampak pada peningkatan kemampuan peserta didik setelah belajar menggunakan MPM PJBL STEMI.

B. Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan model pembelajaran matematika berbasis proyek dalam kerangka integrasi STEM dan Islam melalui pembelajaran di kelas perlu memperhatikan hal-hal berikut

1. Mengkondisikan Kelas

Mengkondisikan kelas bertujuan agar proses perkuliahan dapat berjalan dengan tertib dan terlaksana sebagaimana yang telah direncanakan. Dalam model yang dikembangkan ini, guru mengkondisikan pembelajaran dengan cara berkelompok dan individu untuk menyelesaikan proyek dan aktivitas pembelajaran supaya dapat berjalan dengan lancar. Kondisi kelas yang tepat akan mendukung keterlaksanaan pembelajaran peserta didik dalam mengkonstruksi pemahaman dari proyek dan masalah-masalah yang disajikan. Selain itu kerja kelompok juga dapat membantu meringankan tugas dengan adanya saling berbagi dan sharing pemahaman antar peserta didik. Pembentukan kelompok, sebaikanya tidak hanya sekedar mengacak persensi dan jenis kelamin saja tetapi guru sebaiknya juga memperhatikan kemampuan awal peserta didik dan karakter sosial peserta didik sehari-hari sehingga terbentuk anggota kelompok yang heterogen.

2. Menentukan Aktivitas Peserta Didik

   Aktivitas peserta didik dalam model ini adalah peserta didik mengkonstruk pemahaman tentang lima disiplin STEMI yang meliputi keliling dan luas bidang datar, luas dan volume bangun ruang, tekanan hidrostatis, hukum Bernoulli, penggunaan kompas, menentukan arah kiblat, konsep air suci dan mensucikan, aplikasi komputer adobe, desain rekayasa, penggunaan internet, dan penggunaan alat bantu elektronik sampai pada implementasi dari konsep tersebut untuk menyelesaikan proyek dan masalah matematika. Aktivitas pembelajaran didominasi oleh peserta didik dalam dalam memahami konsep dan menggunakannya dalam menyelesaikan proyek dan masalah, sedangkan guru menfasilitasi informasi awal konsep yang belum dipahami oleh peserta didik dan memfasilitasi peserta didik menggunakan integrasi konsep-konsep tersebut dalam menyelesaikan proyek dan masalah dan membangun kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar. Selanjutnya guru menjadi mediator saat terjadi

miskomunikasi atau *misunderstanding* dalam menyelesaikan proyek dan masalah yang diberikan.

3. Melakukan Penyelesaian Tugas
   Tujuan akhir dari dikembangkannya produk pengembangan ini adalah adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik. Oleh karena itu, setiap tahapan pembelajaran, peserta didik diberikan langkah-langkah pembelajaran dan penyelesaian proyek dan masalah yang saling terkait antara langkah awal sampai pada langkah selanjutnya, sehingga guru harus memberikan motivasi pada peserta didik di setiap tahap pembelajaran dan penyelesaian proyek yang diberikan kepada peserta didik sehingga peserta didik mampu menyelesaikan proyek dan masalah sesuai dengan langkah-langkah yang benar. Guru juga harus memastikan dalam penyelesaian proyek, peserta didik melakukan pembagian tugas yang jelas untuk menumbuhkan sikap kerjasama dan sikap *ta'awun* antar peserta didik.
4. Presentasi Hasil kerja/diskusi kelompok
   Presentasi hasil kerja dimaksudkan untuk menciptakan kondisi kelas yang demokratis, dan memberikan peluang bagi semua peserta didik dalam menyampaiakan pendapat atas hasil proyek yang dihasilkan. Dengan adanya presentasi, peserta didik dapat menunjukkan produk proyek disertai argumentasi yang relevan dan peserta didik lain bisa mengkritisi produk tersebut dengan perspektifnya sehingga tercipta pemahaman terhadap perspektif yang berbeda. Perbedaan pendapat dan gagasan yang terjadi bisa dijadikan pertimbangan peserta didik untuk meyakinkan peserta didik lain atau melakukan perbaikan terhadap proyek yang dihasilkan sehingga produk proyek akan lebih sempurna.
5. Menyimpulkan Hasil Perkuliahan
   Tahap akhir dari pelakasanaan pembelajaran, guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk sesi tanya jawab dalam rangka memfasilitasi permasalahan yang mungkin belum

dipahami atau memperkuat apa yang telah dipahami oleh peserta didik, sehingga langkah berikutnya dapat mengambil kesimpulkan berdasarkan hasil yang dikonstruk oleh peserta didik itu sendiri dengan difasilitasi oleh guru.

C. Tahap Evaluasi

Model pembelajaran matematika berbasis proyek dalam kerangka integrasi STEM dan Islam dikembangkan ini bertujuan untuk pengembangan kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik. Oleh karena itu, merujuk teori konstruktivis dan kognitif, perlu adanya monitoring perkembangan peserta didik dalam menyelesaikan proyek dalam setiap tahapan pembelajaran yang diberikan. Pembelajaran matematika harus mengembangkan struktur matematisnya menjadi lebih kompleks, abstrak dan kuat daripada kondisi sebelumnya sehingga peserta didik dapat menyelesaikan proyek dan pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Aktvitas pembelajaran yang dirancang secara demokratis merujuk pada paradigma pembelajaran yang bersifat *transmitter* kepada paradigma pembelajaran yang bersifat fasilitator, mediator, motivator dan berifat konstrukuf. Oleh karenanya peran guru yang semula bersifat sebagai sumber belajar mengalami perubahan menjadi tauladan belajar supaya semaksimal mungkin peserta didik memposisikan diri sebagai subjek belajar. Posisi ini akan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk merancang dan menyelidiki serta mengembangkan ide secara kolaboratif dalam proses penyelesaian proyek.

1. Kegiatan Evaluasi

   Kegiatan evaluasi yang dilakukan guru adalah dengan menggunakan model pembelajaran matematika berbasis proyek dalam kerangka STEMI yaitu mengamati kegiatan peserta didik, menilai keterampilan proses menyelesaikan proyek, mengamati pola kerjasama antar peserta didik, mengamati sikap *ta'awun*, menilai kemampuan berpikir kritis, dan mengecek kemandirian belajar peserta didik. Untuk itu,

evaluasi pelaksanaan pembelajaran dalam MPM PJBL STEMI dilakukan melalu dua kegiatan yaitu pendokatan proses dengan cara mengamati aktivitas, cara, dan hasil kerja peserta didik melalui lembar kegiatan peserta didik (LKPD), dan hasil akhir digunakan tes hasil kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik untuk mengetahui sejauhmana MPM PJBL STEMI efektif untuk mengembangkan kompetensi peserta didik. Pada model ini, beberapa alat evaluasi yang digunakan adalah:

1) Tes kemampuan berpikir kritis untuk mengetahui tingkat kemampuan berpikir kritis peserta didik terhadap pengetahuan dan keterampilan yang sedang dipelajari..
2) Angket kemandirian belajar peserta didik untuk mengetahui tingkat kemandirian belajar peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung.
3) Aktvitas peserta didik dalam pembelajaran untuk mengetahui sikap kerjasama dan *ta'awun* dalam mengikuti aktivitas pembelajaran dan proses menyelesaikan proyek.
4) Observasi kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan guru dalam melakukan tugasnya mengelola prinsip reaksi dan rancanngan pembelajaran yang telah ditetapkan.
5) Penilaian proses penyelesaian proyek untuk mengetahui sejauh mana proyek dilaksanakan sesuai dengan kaidah yang benar
6) Respon peserta didik terhadap pelaksanaan setiap komponen dan kegiatan pembelajarana dengan menggunakan model yang dikembanagkan.

BAB V

PERANGKAT PENDUKUNG MPM PJBL STEMI

A. Rencana Pelaksanaa Pembelajaran (RPP)

Contoh:

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
KELAS EKSPERIMEN

Satuan Pendidikan : MTs
Mata Pelajaran : Matematika
Kelas/semester : VIII/2
Materi Pokok : Luas Permukaan dan Volume Bangun Ruang
Alokasi Waktu : 20 JP (10 x pertemuan)

A. Kompetensi Inti

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi, gotong royong), santun, percaya diri, dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam dalam jangkauan pergaulan dan keberadaannya.
3. Memahami dan menerapkan pengetahuan (faktual, konseptual, dan prosedural) berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya terkait fenomena dan kejadian tampak mata.
4. Mengolah, menyaji dan menalar dalam ranah konkret (menggunakan, mengurai, merangkai, memodifikasi, dan

membuat) dan ranah abstrak (menulis, membaca, menghitung, menggambar, dan mengarang) sesuai dengan yang dipelajari di sekolah dan sumber lain yang sama dalam sudut pandang/teori.

B. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

No.	Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
1.	3.9 Membedakan dan menentukan luas permukaan dan volume bangun ruang sisi datar (kubus, balok, prisma, dan limas)	3.9.1 Menentukan luas permukaan bangun ruang dengan berbagai representasi 3.9.2 Menentukan volume bangun ruang dengan berbagai representasi
2.	4.9 Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan luas permukaan dan volume bangun ruang sisi datar (kubus, balok, prima dan limas), serta gabungannya	4.9.1 Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan luas permukaan bangun ruang 4.9.2 Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan volume bangun ruang

C. Tujuan Pembelajaran

1. Pertemuan Pertama

   Melalui tanya jawab peserta didik dapat menyebutkan rumus luas bidang datar dan menghitungnya, rumus luas permukaan dan volume bangun ruang dan menghitungnya.
2. Pertemuan Kedua-Ketiga
   a) Melalui tanya jawab dan praktik langsung peserta didik dapat memahami pentingnya arah kiblat yang tepat dalam sholat, menyebutkan syarat air untuk wudlu, memahami air 2 kullah, penggunaan kompas untuk menentukan arah kiblat, dan browsing internet.

b) Melalui praktik peserta didik mendemonstratasikan implementasi tekanan hidrostatis dan teori Bernoulli dalam kehidupan sehari-hari.
c) Melalui pelatihan dan demonstrasi peserta didik bisa menggunakan aplikasi komputer sederhana menggambar desain ruang sholat dan bak air wudlu.

3. Pertemuan Keempat-Lima
   Melalui proyek (LKPD 1) peserta didik diminta mendesain tempat (shaf) sholat setelah dilakukan kalibrasi arah kiblat. Peserta didik kemudian diminta menghitung luas karpet yang dibutuhkan untuk melapisi shaf sholat dan sisa tempat yang tidak digunakan karena akibat kalibrasi. Peserta didik diminta menggunakan software adobe untuk menggambar denah shaf tersebut, memiliki sikap *ta'awun* (kepedulian sosial), berpikir kritis dan mandiri dalam melaksanakan proyek, serta mampu bekerja sama dengan teman-temannya.
4. Pertemuan Keenam-Kedelapan
   Melalui proyek (LKPD 2) peserta didik diminta membuat miniatur bak air untuk wudlu yang tidak mudah najis (selalu suci), hemat air, dan tidak sering mengisinya kembali, menggunakan software komputer untuk desainnya, memiliki sikap *ta'awun* (kepedulian sosial), berpikir kritis dan mandiri dalam melaksanakan proyek, serta mampu bekerja sama dengan teman-temannya.
5. Pertemuan Kesembilan
   Melalui proyek (LKPD 3) peserta didik diminta menyelesaikan masalah yang melibatkan sains, teknologi, sains, dan Islam untuk mengembangkan sikap *ta'awun* (kepedulian sosial), berpikir kritis dan mandiri dalam melaksanakan proyek.
6. Pertemuan Kesepuluh
   a) Tes kemampuan berpikir kritis
   b) Pemberian angket SRL

D. Materi Pembelajaran

Bangun ruang, bersuci (wudlu dan air suci mensucikan), tekanan hidrostatis dan hukum Bernoulli, dan sikap *ta'awun* (*terlampir*)

E. Metode Pembelajaran

1. Pendekatan : Pembelajaran dalam Kerangka STEM dan Islam
2. Metode Pembelajaran : Pembelajaran berbasis proyek dilengkapi dengan tanya jawab

F. Analisis STEMI

Proyek yang diberikan kepada peserta didik melibatkan lima materi dalam STEMI yaitu.

Sains • Penggunaan kompas • Memahami gravitasi dan massa jenis benda cair • Gaya fluida (cairan air) yaitu tekanan hidrostatis dan teori Bernoulli	Teknologi • Mengoperasikan program aplikasi untuk menggambar desain • Menggunakan internet untuk mencari informasi-informasi penting
Enggineering • Mengidentifikasi komponen-komponen dalam desain dan rekayasa engineering • Mendesain dan merekayasa karya arsitektur yang indah dan fungsional	Islam • Memiliki sikap *ta'awun* sebagai implementasi dari kandungan al-Maidah ayat 2 dan at-taubah ayat 71 yaitu sikap dan perilaku kepedulian sosial dan saling menolong dalam kebaikan • Memiliki sikap kritis, mandiri, dan *istiqamah* dalam kehidupan sehari-hari. • Menentukan arah kiblat

	• Konsep air suci dan mensucikan (2 kullah) dalam wudlu (thaharoh)
Matematika • Keliling dan luas segi empat dan bentuk gabungan, • Konsep arah (sudut) • Memahami skala dan perbandingan • Memahami luas permukaan volume bangun ruang	

G. Sumber Belajar

1. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2017. *Buku Peserta Didik Mata Pelajaran Matematika*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
2. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2017. *Buku Guru Mata Pelajaran Matematika*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
3. Buku Quran Hadis, Buku Akidah Akhlak, Buku Fiqh, dan Buku IPA untuk MTs/SMP
4. Bahan Ajar STEMI

H. Media Pembelajaran

1. Media : adobe ilustrator
2. Alat dan bahan
   a. Papan tulis, Penggaris, Spidol, cat, karton
   b. Laptop dan LCD proyektor
   c. LKPD tahapan proyek

I. Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran

1. Pertemuan Pertama

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
Pendahuluan :			
1.	Membuka pelajaran Mengucapkan salam dan meminta salah satu peserta didik untuk memimpin berdoa membuka pembelajaran, serta tadarus	Menjawab salam guru dan berdoa, serta tadarus	5 menit
2.	Menyampaikan apersepsi *Sebutkan nama-nama bangun datar dan ruang yang kalian ketahui* *Diberikan bangun ruang, peserta didik diminta mengidentifikasi bangun datar apa saja yang membentuknya*	Menanggapi apa yang disampaikan guru dan menjawab pertanyaan guru berkaitan dengan ciri-ciri bangun datar dan bangun ruang	
3.	Menginformasikan kepada peserta didik mengenai tujuan dan materi yang akan dipelajari *Melalui kegiatan tanya jawab ini, kalian diharapkan mampu*	Menyimak dengan baik tujuan dan materi yang akan dipelajari serta menjawab pertanyaan tentang keliling dan luas bidang datar dan luas permukaan dan	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
Pendahuluan :			
	menghitung keliling dan luas bidang datar, luas permukaan bangun ruang, dan volume bangun ruang	volume benda ruang	
4.	Memotivasi peserta didik Menyampaikan pentingnya mempelajari bangun datar dan ruang dalam kehidupan sehari-hari	Menyimak dan memperhatikan	
Kegiatan Inti			
1.	Melalui tanya guru meminta peserta didik untuk menyampaikan pemahamannya tentang bangun segiempat dan bangun ruang	Menjawab pertanyaan guru	65 menit
2.	Meminta peserta didik mengerjakan soal tentang segiempat dan bangun ruang yang meliputi kubus, balok, tabung dan kerucut secara berpasangan dan guru keliling untuk memastikan peserta	Mengerjakan semua secara berpasangan dengan pembagian tugas yang jelas	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
Pendahuluan :			
	didik sudah bekerja		
3.	Melakukan bimbingan pada setiap pasangan dengan melakukan tanya jawab	Bertanya kepada pasangan ketika ada yang belum dipahami dalam menyelesaikan soal	
4.	Meminta beberapa pasangan untuk menyampaikan jawabannya	Beberapa pasangan presentasi dan yang lain mendengarkan dan bertanya atau mengoreksi jika ada jawaban yang dianggap berbeda atau salah	
5.	Memberikan soal latihan untuk dikerjakan secara individu	Mengerjakan soal latihan secara individu	
6.	Meminta peserta didik memastikan jawabannya sudah benar semua dan memberi kesempatan bertanya	Memeriksa jawaban dan memberikan umpan balik dalam bentuk penguatan dan pertanyaan	
Kegiatan Penutup			
1.	Membimbing peserta didik untuk bersama-sama menyimpulkan materi pembelajaran	Bersama-sama menyimpulkan materi pembelajaran	10 menit
2.	Menginformasikan	Memperhatikan	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik	
Pendahuluan :			
	materi pembelajaran yang akan disampaikan pada pertemuan selanjutnya yaitu tentang wudlu, surat al-Maidah ayat 2 dan at-taubah ayat 71, dan membawa laptop	informasi yang disampaikan guru	
3.	Meminta salah satu peserta didik untuk memimpin doa di akhir pembelajaran	Salah satu peserta didik memimpin doa	
4.	Mengucapkan salam penutup	Menjawab salam penutup	

2. Pertemuan Kedua-Ketiga

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik	
Pendahuluan:			
1.	Membuka pelajaran: Mengucapkan salam dan meminta salah satu peserta didik untuk memimpin berdoa membuka pembelajaran, serta tadarus	Menjawab salam guru dan berdoa, serta tadarus	10 menit

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
2.	Menyampaikan apersepsi *Meminta peserta didik menunjukkan arah kiblat, kemudian membuat garis arah tersebut pada peta menuju Kakbah*	Menanggapi apa yang disampaikan guru dan mempraktikkan arah kiblat	
3.	Menginformasikan kepada peserta didik mengenai tujuan dan materi yang akan dipelajari *Tujuan materi adalah peserta didik bisa menjelaskan arah kiblat, menjelaskan syarat air wudlu, dan menggunakan aplikasi adobe dan kompas*	Menyimak dengan baik tujuan dan materi yang akan dipelajari	
4.	Memotivasi peserta didik dengan menyampaikan profesi dalam bidang STEM. *Beberapa kegiatan yang dulunya hobi sekarang bisa menjadi pekerjaan yang menghasilkan uang, seperti desain logo, membuat aplikasi dll*	Menyimak dan memperhatikan	
Kegiatan Inti			
1.	Melalui tanya jawab guru	Menjawab	140

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
	mengajak peserta didik untuk menjawab: • Apa syarat sah sholat? • Ke mana kita menghadap ketika sholat? • Apakah arah sholat kita sudah benar? • Bagaimana menentukan arah kiblat? Guru kemudian memberikan penjelasan bagaimana menentukan arah kiblat	pertanyaan guru dan mengajukan pertanyaan	menit
2.	Melalui tanya jawab guru mengajak peserta didik menemukan konsep air suci mensucikan dan air 2 kullah. Bertanya beberapa kasus • Adik buang air kecil di celana, ketika mencuci celana tersebut dengan cara memasukkan celana ke dalam bak air berisi 50 liter air, bagaimana menurut kalian?	Menjawab pertanyaan guru dan mengajukan pertanyaan	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
	• Bak mandi berukuran 50 cm × 50 cm × 50 cm penuh berisi air. Air tersebut dipakai cuci muka sehingga sebagian bekasnya masuk kembali ke dalam bak mandi. Apakah air dalam bak mandi masih bisa dipakai untuk wudlu? • Bak mandi berukuran 50 cm × 50 cm × 50 cm penuh berisi air. Air tersebut terkena kotoran cicak. Apakah air dalam bak mandi masih bisa dipakai untuk wudlu lagi? Andi mencuci kakinya dengan air tersebut, apakah Andi sah sholatnya?		
3.	Meminta peserta didik menyatakan volume air 2 kullah ke dalam berbagai macam bentuk bangun ruang dengan berbagai ukuran	Menjawab pertanyaan guru dan mengajukan pertanyaan	
4.	Meminta peserta didik	Menghapalkan surat	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
	menghapalkan surat al-Maidah ayat 2 dan at-taubah ayat 71 dan terjemahannya	al-Maidah ayat 2 dan at-taubah ayat 71 dan terjemahannya	
5.	Menceritakan isi kandungan surat al-Maidah ayat 2 dan at-taubah ayat 71 dan memberikan contoh kasus untuk diselesaikan peserta didik	Mendengarkan dan menjawab pertanyaan guru	
6.	Memberikan kesempatan peserta didik praktik gaya fluida "masing-masing kelompok disediakan pipa dengan ukuran yang sama selanjutnya diminta memberi lubang dengan jarak tertentu dan mengisi pipa dengan air sampai penuh. Peserta didik membuka lubang tersebut dan mengamati sampai tidak keluar air lagi dari lubang tersebut" Membantu peserta didik menemukan rumus tekanan hidrostatis dan penerapannya	Mempraktikkan gaya fluida yaitu tekanan hidrostatis dan teori Bernoulli Menemukan rumus tekanan hidrostatis dan menerapkannya untuk menyelesaikan masalah	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
	Membantu peserta didik memahami rumus teori Bernoulli dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari	Memahami rumus teori Bernoulli dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari	
7.	Mendemonstrasikan cara browsing di internet dan penggunaan adobe untuk menggambar desain	Memperhatikan dan mempraktikkan browsing internet dan mengaplikasikan geogebra pada matematika dan sains	
8.	Meminta peserta didik untuk mengumpulkan hasil menyelesaikan masalah	Mengumpulkan hasil penyelesaian masalah	
Kegiatan Penutup			
1.	Membimbing peserta didik untuk bersama-sama menyimpulkan materi pembelajaran	Bersama-sama menyimpulkan materi pembelajaran	10 menit
2.	Menginformasikan materi pada pertemuan selanjutnya yaitu tentang penggunaan aplikasi adobe untuk mendesain shaf setelah dilakukan kalibrasi arah kiblat	Memperhatikan informasi yang disampaikan guru	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik	
3.	Meminta salah satu peserta didik untuk memimpin doa di akhir pembelajaran	Salah satu peserta didik memimpin doa	
4.	Mengucapkan salam penutup	Menjawab salam penutup	

3. Pertemuan Keempat-Kelima

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik	
Pendahuluan:			
1.	Membuka pelajaran: Mengucapkan salam dan meminta salah satu peserta didik untuk memimpin berdoa membuka pembelajaran, serta tadarus	Menjawab salam guru dan berdoa, serta tadarus	10 menit
2.	Menyampaikan apersepsi dengan pertanyaan *Bagaimana bentuk shaf sholat di masjid/mushollah di tempat tinggal kalian?*	Menanggapi apa yang disampaikan guru dan menjawab pertanyaan guru	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
	Apakah kalian pernah melihat masjid yang shafnya berubah seakan-akan miring?		
3.	Menginformasikan kepada peserta didik mengenai tujuan dan materi yang akan dipelajari "*Melalui proyek dan pembelajaran ini, kalian akan memahami luas segiempat dalam kehidupan sehari-hari dan bisa menentukan arah kiblat di rumah masing-masing"*	Menyimak dengan baik tujuan dan materi yang akan dipelajari	
4.	Memotivasi peserta didik: Apresiasi terhadap proyek sebelumnya	Menyimak dan memperhatikan	
Kegiatan Inti			
1.	Memperlihatkan foto masjid yang shaf nya berubah dan meminta peserta didik berpendapat	Mencermati foto dan mengemukakan pendapat	10 menit
2.	Meminta peserta didik membuka aplikasi adobe di masing-	Membuka aplikasi dan kompas dan mencoba menjalankan	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
	masing laptop dan memeriksa kompas pada kelompok masing-masing		
Pengajuan Masalah/Proyek			
3.	Mengajukan proyek pada peserta didik Membuat denah/sketsa shaf sholat di masjid di 6 daerah yang berbeda yang diajukan dalam bentuk LKPD 1	Menerima LKPD 1 dan memeriksa kelengkapan bagian-bagian LKPD 1	10 menit
4.	Memberi kesempatan peserta didik memahami proyek dan menanyakan yang belum dipahami	Memahami proyek pada LKPD 1 dan bertanya hal-hal yang belum jelas	
Penyelidikan			
5.	Meminta peserta didik untuk berkelompok untuk melakukan penyelidikan dengan menjawab pertanyaan pada LKPD 1	Berkelompok sesuai dengan kelompok masing-masing untuk melaksanakan penyelidikan proyek LKPD 1	10 menit
6.	Membantu peserta didik menjawab LKPD 1	Berkelompok dan melaksanakan aktivitas penyelidikan proyek dan bertanya jika mengalami kesulitan	
Pengembangan Ide dan Pengujian			

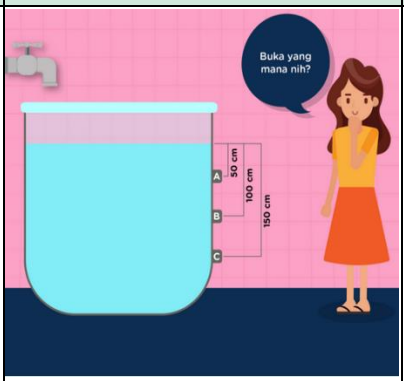
No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
7.	Membuat gambar denah yang akan dibuat dan mengujinya dengan kaidah fiqh dan ketentuan dalam LKPD 1	Membuat gambar denah dengan aplikasi lengkap dengan ukurannya dan selanjutnya melakukan pengujian dengan ketentuan fiqih	10 menit
8.	Meminta peserta didik melakukan pembagian tugas dan merencanakan langkah-langkah penyelesaian proyek	Membagi tugas dan merencanakan langkah-langkah penyelesaian proyek	
Penyelesaian Proyek			
9	Membimbing peserta didik yang menyelesaikan proyek	Melaksanakan rencana penyelesaian proyek dan mencatat hasil penyelesaian di LKPD 1 yang dilakukan bersama kelompok masing-masing	60 menit
10.	Mengamati peserta didik saat bekerja dalam kelompok	Bekerja dalam kelompok dengan sungguh- sungguh	
11.	Mengarahkan peserta didik untuk mengecek desain yang dibuat dan menjawab masalah pada LKPD 1	Mengecek kembali hasil proyek dan jawaban terhadap masalah yang diberikan	
12.	Memberikan	Bertanya tentang hal-	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
	kesempatan bagi peserta didik untuk bertanya	hal yang belum dimengerti	
Komunikasi dan Refleksi			
13.	Memberikan kesempatan pada peserta didik untuk menyampaikan hasil penyelesaian proyek	Mempresentasikan hasil proyek	30 menit
14.	Mengarahkan peserta didik untuk saling menanggapi hasil diskusi yang disampaikan perwakilan kelompok	Menanggapi hasil diskusi yang disampaikan kelompok lain	
15.	Memberi kesempatan peserta didik untuk melakukan revisi dan mengumpulkan proyek dan LKPD 1	Revisi proyek dan mengumpulkan hasil diskusi ke depan kelas	
Kegiatan Penutup			
1.	Meminta peserta didik menyelesaikan latiha soal	Menyelesaikan masalah latihan soal secara individu	20 menit
2.	Membimbing peserta didik untuk bersama-sama menyimpulkan materi pembelajaran	Bersama-sama menyimpulkan materi pembelajaran	
3.	Menginformasikan pada pertemuan	Memperhatikan informasi yang	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
	selanjutnya dilakukan tes akhir	disampaikan guru	
4.	Meminta salah satu peserta didik untuk memimpin doa di akhir pembelajaran	Salah satu peserta didik memimpin doa	
5.	Mengucapkan salam penutup	Menjawab salam penutup	

4. Pertemuan Kelima-Ketujuh

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
Pendahuluan:			
1.	Membuka pelajaran: Mengucapkan salam dan meminta salah satu peserta didik untuk memimpin berdoa membuka pembelajaran, serta tadarus	Menjawab salam guru dan berdoa, serta tadarus	15 menit
2.	Menyampaikan apersepsi	Menanggapi apa yang disampaikan guru dan menjawab pertanyaan guru	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
	 *"dari gambar di atas, di titik manakah air yang volumenya paling banyak keluar?"*		
3.	Menginformasikan kepada peserta didik mengenai tujuan dan materi yang akan dipelajari "*Melalui proyek dan pembelajaran ini, kalian akan mengaplikasikan konsep volume benda ruang, tekanan hidrostatis, hukum Bernoulli, dan konsep air 2 kullah untuk mendesain bak air untuk wudlu"*	Menyimak dengan baik tujuan dan materi yang akan dipelajari	
4.	Memotivasi peserta didik: Apresiasi terhadap proyek sebelumnya	Menyimak dan memperhatikan	
Kegiatan Inti			
1.	Meminta peserta didik mencoba aplikasi adobe dan	Mencoba aplikasi	15 menit

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
	aplikasi komputer untuk menggambar desain		
2.	Meminta peserta didik melakukan percobaan yang terdapat pada LKPD 2	Secara berkelompok melakukan percobaan yang diminta	
3.	Meminta peserta didik menceritakan hasil percobaan yang dilakukan	Menyampaikan hasil percobaan yang dilakukan	
Pengajuan Masalah/Proyek			
4.	Mengajukan proyek pada peserta didik membuat miniatur tempat wudlu yang memuat 4 kran dan menentukan letak kran agar air selalu suci dan mensucikan, hemat air, dan tidak sering mengisinya kembali. Proyek diajukan dalam bentuk LKPD 2	Menerima LKPD 2 dan memeriksa kelengkapan bagian-bagian LKPD 2	10 menit
5.	Memberi kesempatan peserta didik memahami proyek dan menanyakan yang belum dipahami	Memahami proyek pada LKPD 2 dan bertanya hal-hal yang belum jelas	
Penyelidikan			
6.	Meminta peserta didik untuk	Berkelompok	15 menit

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
	berkelompok untuk melakukan penyelidikan dengan menjawab pertanyaan pada LKPD 2	sesuai dengan kelompok masing-masing untuk melaksanakan penyelidikan proyek LKPD 2	
7.	Membantu peserta didik menjawab LKPD 2	Berkelompok dan melaksanakan aktivitas penyelidikan proyek dan bertanya jika mengalami kesulitan	
Pengembangan Ide dan Pengujian			
8.	Membuat gambar desain yang akan dibuat dan mengujinya dengan kaidah fiqh, sains, dan ketentuan dalam LKPD 2	Membuat gambar desain dengan aplikasi lengkap dengan ukurannya dan selanjutnya melakukan pengujian dengan ketentuan fiqih dan sains	10 menit

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
9.	Meminta peserta didik melakukan pembagian tugas dan merencanakan langkah-langkah penyelesaian proyek	Membagi tugas dan merencanakan langkah-langkah penyelesaian proyek	
Penyelesaian Proyek			
10.	Membimbing peserta didik yang menyelesaikan proyek	Melaksanakan rencana penyelesaian proyek dan mencatat hasil penyelesaian di LKPD 2 yang dilakukan bersama kelompok masing-masing	105 menit
11.	Mengamati peserta didik saat bekerja dalam kelompok	Bekerja dalam kelompok dengan sungguh-sungguh	
12.	Mengarahkan peserta didik untuk mengecek desain yang dibuat dan menjawab masalah pada LKPD 2	Mengecek kembali hasil proyek dan jawaban terhadap	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
		masalah yang diberikan	
13.	Memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk bertanya	Bertanya tentang hal-hal yang belum dimengerti	
Komunikasi dan Refleksi			
14.	Memberikan kesempatan pada peserta didik untuk menyampaikan hasil penyelesaian proyek	Mempresentasikan hasil proyek	40 menit
15.	Mengarahkan peserta didik untuk saling menanggapi hasil diskusi yang disampaikan perwakilan kelompok	Menanggapi hasil diskusi yang disampaikan kelompok lain	
16.	Memberi kesempatan peserta didik untuk melakukan revisi dan mengumpulkan proyek dan LKPD 2	Revisi proyek dan mengumpulkan hasil diskusi ke depan kelas	
Kegiatan Penutup			
1.	Meminta peserta didik menyelesaikan masalah sebagai bagian dari proyek	Menyelesaikan masalah yang diberikan	30 menit
2.	Membimbing peserta didik untuk bersama-sama menyimpulkan materi pembelajaran	Bersama-sama menyimpulkan materi pembelajaran	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
3.	Menginformasikan pada pertemuan selanjutnya dilakukan tes akhir	Memperhatikan informasi yang disampaikan guru	
4.	Meminta salah satu peserta didik untuk memimpin doa di akhir pembelajaran	Salah satu peserta didik memimpin doa	
5.	Mengucapkan salam penutup	Menjawab salam penutup	

5. Pertemuan Kedelapan

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
Pendahuluan:			
1.	Membuka pelajaran: Mengucapkan salam dan meminta salah satu peserta didik untuk memimpin berdoa membuka pembelajaran, serta tadarus	Menjawab salam guru dan berdoa, serta tadarus	5 menit
2.	Menyampaikan apersepsi *Meminta peserta didik bercerita tentang proyek*	Menanggapi apa yang disampaikan guru dan menjawab pertanyaan guru	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
	yang dilaksanakan		
3.	Menginformasikan kepada peserta didik mengenai tujuan dan materi yang akan dipelajari *Melalui kegiatan ini kalian diharapkan mampu menyelesaikan masalah dari kegiatan proyek yang sudah dilakukan*	Menyimak dengan baik tujuan dan materi yang akan dipelajari	
4.	Memotivasi peserta didik dengan menyampaikan bahwa di dunia ini tidak ada masalah yang bisa diselesaikan dengan satu disiplin ilmu saja	Menyimak dan memperhatikan	
Kegiatan Inti			
1.	Meminta peserta didik untuk kembali dalam kelompoknya masing-masing	Menyesuaikan diri dengan kelompoknya	70 menit
2.	Membagikan LKPD 3 yang berisi masalah yang melibatkan sains, matematika, dan Islam	Menerima modul	
3.	Mempersilahkan peserta didik	Menyiapkan alat bantu	

No.	Kegiatan Pembelajaran		Alokasi Waktu
	Kegiatan Guru	**Kegiatan Peserta didik**	
	menggunakan alat bantu baik komputer, hp, atau kalkulator		
4.	Meminta peserta didik mengerjakan LKPD 3 secara kelompok	Bekerja kelompok	
5.	Memperhatikan peserta didik praktik pada masing-masing kelompok dan memberi bimbingan	Bertanya jika ada kesulitan	
6.	Meminta peserta didik untuk mengumpulkan hasil kerja kelompok	Mengumpulkan hasil kerja kelompok	
Kegiatan Penutup			
1.	Membimbing peserta didik untuk bersama-sama menyimpulkan materi pembelajaran	Bersama-sama menyimpulkan materi pembelajaran	5 menit
3.	Menginformasikan materi pembelajaran selanjutnya yaitu tes dan pengisian angket	Memperhatikan informasi yang disampaikan guru	
4.	Meminta salah satu peserta didik untuk memimpin doa di akhir pembelajaran	Salah satu peserta didik memimpin doa	
5.	Mengucapkan salam penutup	Menjawab salam penutup	

J. Penilaian

1. Prosedur Penilaian

a. Kognitif : Kemampuan berpikir kritis dan menyelesaikan proyek

b. Sikap : SRL, kerjasama, dan sikap *ta'awun* (kepedulian sosial)

2. Instrument Penilaian

a. Kognitif : Tes Kemampuan berpikir kritis dan rubrik penyelesaian proyek

b. Sikap : Angket SRL, lembar observasi kerjasama dan *ta'awun*

LEMBAR PENILAIAN PENYELESAIAN PROYEK

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengetahui aktivitas penyelesaian proyek pada masing-masing kelompok dalam menyelesaikan proyek berbasis STEMI

B. Petunjuk

1. Berilah penilaian dengan memberi tanda ceklis (√) sesuai kondisi yang sebenarnya pada kolom yang tersedia
2. Makna poin penilaian adalah sebagai berikut.
   1: tidak baik; 2: kurang baik; 3: cukup baik; 4: baik; 5: sangat baik

C. Penilaian

Hari, tanggal :
Kelas :
Proyek :
Kelompok :

No	Aspek penilaian	Skala penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Pemahaman proyek					
	a. Peserta didik dalam kelompok memahami proyek yang akan dikerjakan					
	b. Peserta didik dalam kelompok mendiskusikan proyek sebelum diselesaikan					
2	Penyelidikan					
	a. Peserta didik memahami pengetahuan yang digunakan dalam menyelesaikan proyek					
	b. Rancangan proyek					

No	Aspek penilaian	Skala penilaian				
		1	2	3	4	5
	c. Keterampilan menggunakan bahan					
3	Pengembangan ide dan pengujian					
	a. Originalitas ide yang dihasilkan					
	b. Ide yang dihasilkan sesuai dengan teori					
	c. Ide dikembangkan disampaikan dengan jelas					
4	Penyelesaian proyek					
	A. Proyek yang dihasilkan sesuai dengan rancangan					
	B. Proyek yang dihasilkan sesuai dengan teori					
	C. Proyek yang dihasilkan mempunyai nilai estetika dan seni					
	D. Proyek dihasilkan tepat waktu					
5	Komunikasi dan refleksi					
	a. Mengkomunikasikan hasil proyek dengan baik secara tertulis					
	b. Mengkomunikasikan hasil proyek dengan baik atau mengemukakan ide dengan baik secara lisan					
	c. Melakukan revisi berdasarkan refleksi yang dibuat					

LEMBAR OBSERVASI SIKAP *TA'AWUN*

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengetahui aktivitas *ta'awun* yang dilakukan peserta didik saat pembelajaran matematika berbasis proyek dalam kerangka STEMI.

B. Petunjuk

1. Berilah penilaian dengan memberi tanda ceklis (√) sesuai kondisi yang sebenarnya pada kolom yang tersedia
2. Makna poin penilaian adalah sebagai berikut.
   Ya: peserta didik melakukan aktivitas tersebut
   Ya: peserta didik tidak melakukan aktivitas tersebut

C. Penilaian

Hari, tanggal :
Kelas :
Proyek :
Kelompok :

No	Aspek penilaian	Kondisi	
		Ya	Tidak
1	Penyelesaian proyek		
	a. Peserta didik saling berbagi tugas dalam menyelesaikan proyek		
	b. Peserta didik membantu temannya saat ada kendala dalam menyelesaikan proyek		
	c. Peserta didik menegur temannya saat bermain-main (tidak serius dalam menyelesaikan proyek)		
	d. Peserta didik yang mempunyai kemampuan akademik yang baik membantu peserta didik lain		
2	Penyelesaian tugas individu		
	a. Peserta didik membantu temannya saat tugas yang menjadi bagiannya belum selesai		
	b. Peserta didik mengkoreksi jika ada tugas yang kurang sempurna		
	c. Peserta didik bertanya kepada		

	temannya jika tidak paham tugas yang diberikan		
3	Presentasi		
	a. Peserta didik membantu memperjelas jawaban temannya yang kurang dapat berkomunikasi		
	b. Peserta didik Peserta didik membantu memperjelas pertanyaan temannya yang kurang dapat berkomunikasi		
	c. Jika ada pertanyaan yang sulit, peserta didik berdiskusi untuk menjawabnya		

LEMBAR OBSERVASI KERJASAMA

A. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengetahui aktivitas kerjasama yang dilakukan peserta didik saat pembelajaran matematika berbasis proyek dalam kerangka STEMI.

B. Petunjuk

3. Berilah penilaian dengan memberi tanda ceklis (√) sesuai kondisi yang sebenarnya pada kolom yang tersedia
4. Makna poin penilaian adalah sebagai berikut.
   Ya: peserta didik melakukan aktivitas tersebut
   Ya: peserta didik tidak melakukan aktivitas tersebut

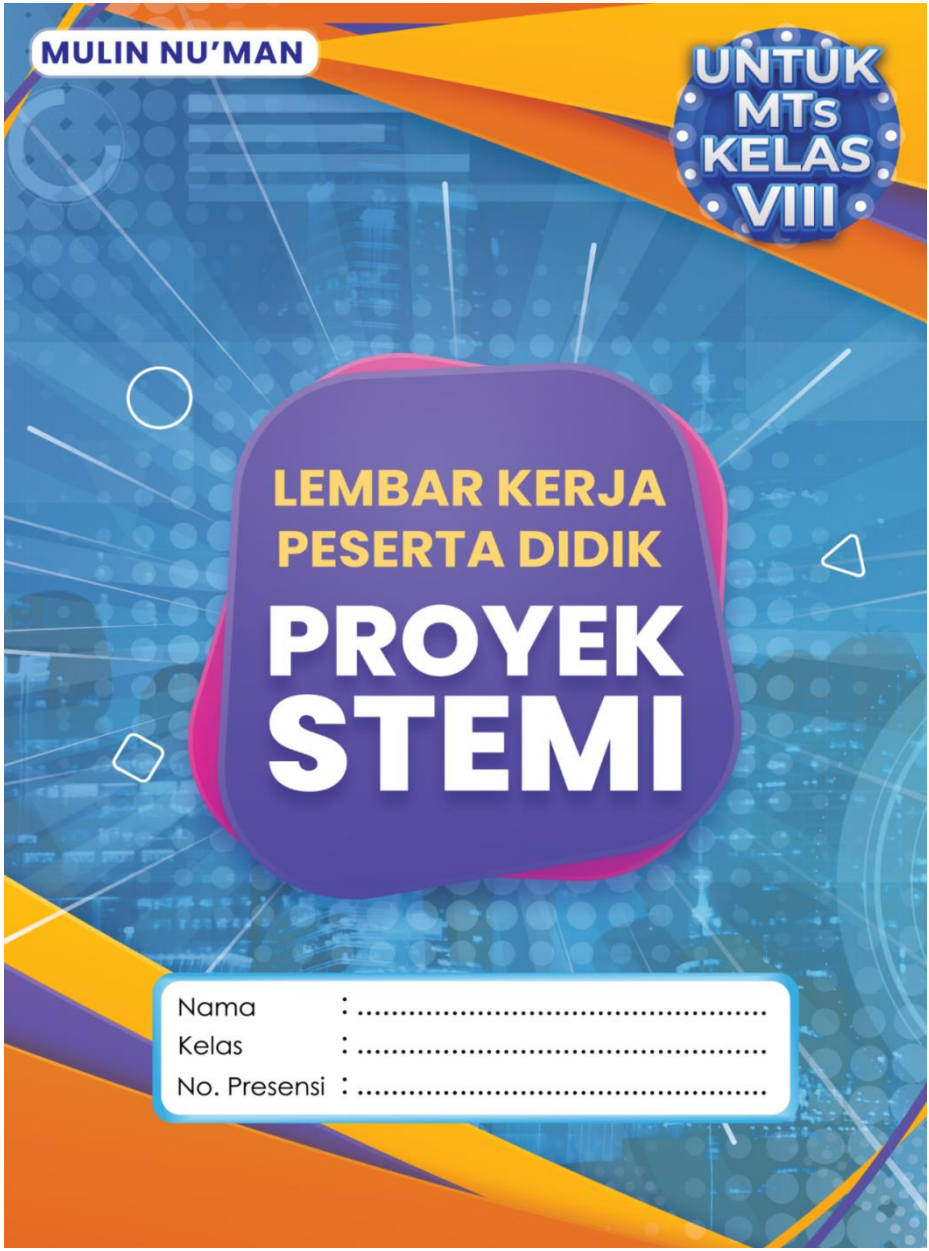
C. Penilaian

Hari, tanggal :
Kelas :
Proyek :
Kelompok :

No	Aspek penilaian	Kondisi	
		Ya	Tidak
1	Mengemukakan gagasan		
	a. Peserta didik mengemukakan gagasan dengan nyaman		
	b. Ada peserta didik yang membullly gagasan yang dianggap tidak bagus		
	c. Peserta didik mendengarkan gagasan temannya dengan seksama sampai dengan selesai		
	d. Peserta didik menanggapi gagasan temannya dengan santun dan gembira		
2	Bertukar informasi		

No	Aspek penilaian	Kondisi	
		Ya	Tidak
	a. Peserta didik saling bertukar informasi dalam menyelesaikan proyek		
	b. Peserta didik bertanya kepada temannya saat membutuhkan informasi		
	c. Peserta didik menanggapi pertanyaan temannya dengan jawaban yang baik		
	d. Ada pembagian tugas dalam menyelesaikan proyek		
3	Presentasi		
	a. Ada pembagian tugas dalam presentasi		
	b. Antar peserta didik saling melengkapi saat presentasi		
	c. Jika ada pertanyaan yang sulit, peserta didik berdiskusi untuk menjawabnya		
4	Mananggapi kelompok lain		
	a. Peserta didik berbagi tugas dalam menanggapi kelompok lain		
	b. Peserta didik melengkapi tanggapan temannya jika masih ada yang kurang		
	c. Peserta didik berdiskusi untuk memahami jawaban dari tanggapan yang diberikan		

B. Lembar Kerja Peserta Didik



Lembar Kerja Peserta Didik 1

Nama Kelompok :
.....

Anggota : 1.
.....

2.

Proyek 1: Membuat sketsa shaf sholat setelah kalibrasi Kiblat

1. Musholla al-Hidayah melakukan kalibrasi arah kiblat. Ruang utama musholla al-Hidayah berukuran 25 m x 15 m dengan jarak antar shaf 1,2 m. Bangunan Musholla menghadap lurus ke barat dengan arah 270° sebagaimana gambar di bawah. Gambarlah bentuk shaf baru dan hitung luas karpet yang dibutuhkan untuk menutup bagian yang digunakan untuk shaf sholat.

Petunjuk Proyek:

1. Gambarkan ruang musholla dalam karton dengan skala 1 : 100.
2. Tentukan arah kiblat yang benar dengan menggambarkan garis pada aplikasi adobe ilustrator
3. Gambarkan semua garis shaf yang dihasilkan dari aplikasi adobe ke dalam kertas karton
4. Warnai bagian yang digunakan untuk sholat dan bagian sisa dengan warna yang berbeda

5. Hitunglah luas daerah yang akan dilapisi karpet

Bahan:

- Kompas
- Laptop
- Aplikasi adobe ilustrator
- Busur, penggaris
- Kertas Karton, Spidol
- HP dan aplikasi kompas digital

Ketentuan

- Kelompok 1 berada di Kota Yogyakarta/Purbalingga
- Kelompok 2 berada di Kota Jayapura
- Kelompok 3 berada di Kota Makassar
- Kelompok 4 berada di Kota Jakarta
- Kelompok 5 berada di Kota Ambon
- Kelompok 6 berada di Kota Banda Aceh

ANALISIS MATERI STEMI

Islam	: Penentuan arah Kiblat
Sains	: Penggunaan Kompas
Teknologi	: Aplikasi Adobe Ilustrator, Kompas Digital
Engineering	: Desain
Matematika	: Luas segiempat, skala

Lembar Kerja Peserta Didik 2

Nama Kelompok :
.....

Anggota : 1.
.....

2.

Proyek 2: Desain Tandor Air untuk Wudlu

Untuk tempat wudlu, di depan masjid hendak dibuatkan tandon air untuk wudlu. Buatlah desain (miniatur) tandon air dengan ketentuan

- Bentuk: Bangun ruang tabung, prisma segitiga, prisma segiempat, atau kerucut terpancung
- Tandon tersebut minimal berisi lebih dari dua kullah

- Pada empat sisi samping tandon tersebut akan dipasangi kran air untuk wudlu.
- Tentukan letak kran air tersebut agar air di tandon selalu suci dan mensucikan, hemat air, dan tidak sering mengisi tandon (hemat listrik).

Sebelum mengerjakan Proyek, lakukan percobaan berikut

Bahan: botol air mineral 1,5L (3 botol tiap kelompok), air, isolasi, sedotan (pipa), alat untuk melubangi, stop watch, gelas

- Lubangi semua botol dengan jarak terhadap bagian atap kaleng masing-masing 6 cm, 8 cm, 12 cm dengan ukuran sedotan
- Masukkan sedotan pada lubang dan tutup lubang dengan isolasi
- Isi semua botol dengan air sampai penuh
- Buka isolasi selama 1 menit dan masukkan air yang keluar ke dalam gelas
- Setelah 1 menit ukurlah air yang keluar dan bandingkan
- Buatlah kesimpulan terhadap percobaan tersebut

Bahan/Alat:

- Laptop
- Aplikasi Adobe
- Busur, penggaris
- Kertas Karton, Spidol
- Botol air mineral 1.5 L, sedotan, isolasi, gunting, gelas
- Air
- Stop watch

Ketentuan

- Kelompok 1 tandon air berbentuk balok
- Kelompok 2 tandon air berbentuk prisma segitiga
- Kelompok 3 tandon air berbentuk tabung
- Kelompok 4 tandon air berbentuk kubus
- Kelompok 5 tandon air berbentuk kerucut terpancung
- Kelompok 6 tandon air berbentuk bebas

ANALISIS MATERI STEMI

Islam	: Air Suci Mensucikan (Air 2 Kullah)
Sains	: Tekanan Hidrostatis dan Hukum Bernoulli
Teknologi	: Aplikasi Adobe
Engineering	: Desain
Matematika	: Volume benda ruang

Lembar Kerja Peserta Didik 3

Nama Kelompok :
.....

Anggota : 1.
.....

2.

Setelah melaksanakan proyek, jawablah masalah ini secara individu

Jawablah kasus berikut!

1. Suatu bak air berukuran 80 cm x 70 cm x 80 cm penuh berisi air. Ahmad bermaksud memindahkan air dalam bak tersebut ke dalam bak mandi yang berbentuk kubus dengan ukuran 75 cm. Berapa tinggi air pada bak mandi sekarang?

2. Perbandingan ukuran kolam air berbentuk balok adalah 2 : 5 : 1. Kolam air tersebut hendak dilapisi keramik dengan ukuran 40 cm × 40 cm yang 1 kardusnya berisi 6 biji keramik. Luas dasar kolam adalah 14.4 m^2. Tentukan berapa kardus keramik yang dibutuhkan dan volume kolam tersebut.
3. Tempat wudlu memuat 20 kran air yang menghabiskan air wudlu dengan kecepatan rata-rata 2 liter tiap 1 orang yang wudlu. Sebagai arsitek kalian hendak memasang alat agar hemat air. Ada satu alat yang mampu menghemat air sebanyak 60% dengan harga Rp. 50.000 tiap biji. Jika untuk mengadakan 1 liter air butuh biaya Rp. 10,-. Apakah keputusan kalian tentang penggunaan penghemat air? Berikan alasan yang jelas.
4. Panitia pembangunan masjid hendak membuat tandon air baru yang berbentuk bangun ruang sisi datar. Tandon air tersebut diharapkan cukup digunakan 150 jamaah. Di antara 150 jamaah 60% nya sekaligus ke toilet. Jika sekali wudlu menghabiskan rata-rata 3 liter air dan sekali ke toilet menghabiskan rata-rata 4 liter air. Tentukan ukuran tandon air yang akan dibuat jika ukuran bangunan tempat wudlu

8 m × 5 m. Tentukan cara untuk melakukan penghematan air.

5. Di depan masjid akan diberi tandon untuk tempat wudlu. Tandon tersebut berukuran 1 m × 60 cm × 1.5 m. Pada tandon tersebut akan dipasangi 4 kran untuk wudlu. Tentukan letak kran air agar air dalam tandon tidak pernah kurang dari 2 kullah, air yang keluar dari kran sehemat mungkin, dan tidak sering mengisi tandon air tersebut. Berikan alasan.

C. Instrumen Kemampuan Berpikir Kritis

LEMBAR SOAL KEMAMPUAN BERFIKIT KRITIS

Satuan Pendidika : SMP/MTs
Kelas : VIII
Materi : Luas Permukaan dan Volume Bangun Ruang

A. Definisi Kemampuan Berpikir Kritis

Ahli	Definisi
Richard W Paul (Paul & Elder, 2013)	Berpikir kritis adalah disiplin, berpikir mandiri yang menunjukkan kesempurnaan berpikir yang sesuai dengan cara atau domain pemikiran tertentu.
Matheuw Lipman (Lipman, 2003b)	Berpikir kritis adalah berpikir yang memungkinkan penilaian, didasarkan pada kriteria, mengoreksi dirinya sendiri, dan peka konteks

Ennis (Aizikovitsh-Udi & Amit, 2011; Aizikovitsh-Udi & Cheng, 2015; Ennis, 1996, 2011)	Berpikir kritis adalah sebuah proses yang dalam mengungkapakan tujuan yang dilengkapi alasan yang tegas tentang suatu kepercayaan dan kegiatan yang telah dilakukan Berpikir kritis adalah pemikiran reflektif yang beralasan yang berfokus pada memutuskan apa yang akan dipercaya atau dilakukan.
Facione 2015 (Facione, 2015)	Berpikir kritis adalah kemampuan untuk membangun dan mengevaluasi argumen dengan benar
McPeck, 1981 (McPeck, 1984, 1990)	Berpikir kritis adalah keterampilan dan disposisi untuk menggunakan skeptisisme reflektif secara tepat
Kesimpulan	Berpikir kritis adalah keterampilan membangun, mengevaluasi, dan memilih argumen serta mengambil kesimpulan berdasarkan argumen dan kriteria yang benar dan valid

B. Indikator Berpikir Kritis

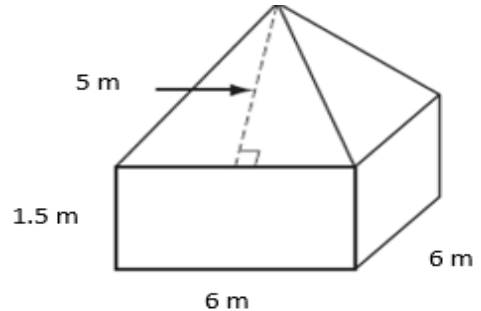
Tahapan	Ahli	Indikator
Memahami masalah	(Ennis, 1996, 2011; Facione, 2015; Glaser, 1941; Krulik & Rudnick, 1995; Lai & Viering, 2012)	merumuskan pertanyaan dan masalah dengan jelas dan tepat
Identifikasi	(Elder & Paul,	mengidentifikasi informasi

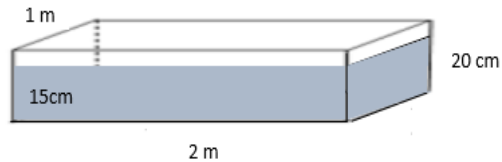
Tahapan	Ahli	Indikator
informasi	2013; Krulik & Rudnick, 1995; Lai & Viering, 2012)	yang relevan dan yang tidak relevan
Validasi argumen	(Beyer, 1995; Elder & Paul, 2013; Ennis, 2011; Lipman, 2003a)	berpikir terbuka untuk mengenali dan validasi informasi dan argumen yang ada sesuai kebutuhan, implikasi, dan konsekuensi praktisnya
Menyusun kesimpulan	(Elder & Paul, 2013; Ennis, 2011; Facione, 2015)	menghasilkan kesimpulan atau memecahkan masalah yang logis dengan penalaran induktif atau deduktif dan mempertimbangkan informasi-informasi yang relevan
Evaluasi	(Glaser, 1941; Krulik & Rudnick, 1995)	menguji kesimpulan-kesimpulan yang diambil, dan menyatakan hasil penalaran dan sekaligus melegitimasinya

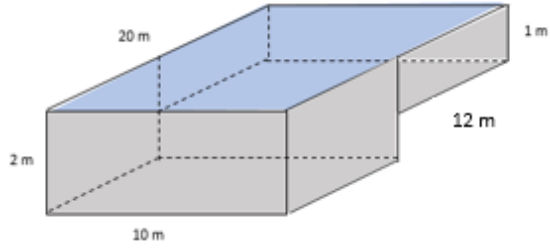
C. Kisi-Kisi Soal Berpikir Kritis

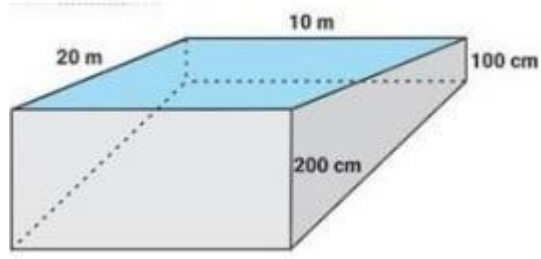
Tahapan CT	Indikator
1. Memahami masalah	merumuskan pertanyaan dan masalah dengan jelas dan tepat
2. Identifikasi informasi	mengidentifikasi informasi yang relevan dan yang tidak relevan

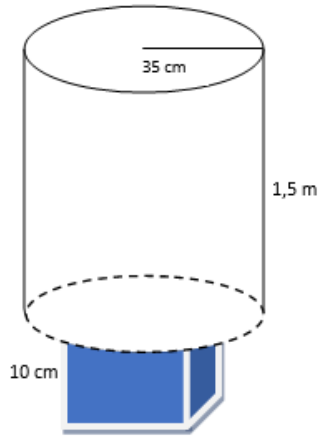
3. Validasi argumen	berpikir terbuka untuk mengenali dan validasi informasi dan argumen yang ada sesuai kebutuhan, implikasi, dan konsekuensi praktisnya
4. Menyusun kesimpulan/ solusi	menghasilkan kesimpulan atau memecahkan masalah yang logis dengan penalaran induktif atau deduktif dan mempertimbangkan informasi-informasi yang relevan
5. Evaluasi	menguji kesimpulan-kesimpulan yang diambil, dan menyatakan hasil penalaran dan sekaligus melegitimasinya

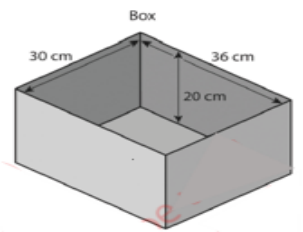
Konteks Materi/KD	Bentuk Soal	Tahapan CT	Soal	Nomor Soal
Bangun ruang	Uraian	1	 Puncak masjid berbentuk piramida seperti gambar di atas. Alas puncak berbentuk persegi. Ahmad hendak melapisi bagian puncak masjid tersebut dengan cat anti bocor, berbentuk apakah bagian yang akan dicat tersebut?	1
Bangun ruang	Uraian	1	Suatu kolam renang berukuran panjang 16 m, lebar 8 m, dan tinggi 1,5 m hendak dipasangi keramik. Berbentuk apakah	2

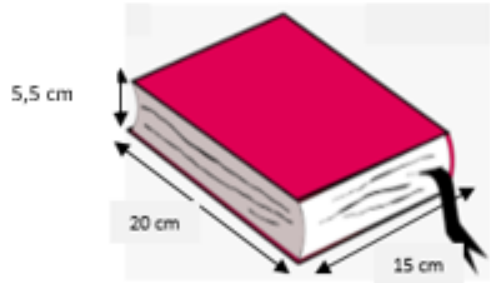
Konteks Materi/KD	Bentuk Soal	Tahapan CT	Soal	Nomor Soal
			daerah yang akan dipasangi keramik.	
Bangun ruang dan Air 2 Kullah	Uraian	2	Masjid An-Nur terdapat kolam cuci kaki seperti pada gambar di bawah.  Kolam tersebut diisi air dengan ketinggian 15 cm. Jika setiap orang yang masuk dan melewati kolam tersebut berakibat berkurangnya air sebanyak rata-rata 0,1 liter. Jika kamu diminta mengisi ulang air kolam yang berkurang akibat dilewati jamaah agar tetap suci mensucikan. Apa saja informasi yang kamu peroleh agar tidak telat mengisi kolam tersebut?	3

Konteks Materi/KD	Bentuk Soal	Tahapan CT	Soal	Nomor Soal
Bangun ruang	Uraian	2	Kolam renang berbentuk  Untuk mendapatkan volume kolam renang di atas, tuliskan bentuk kolam renang dan semua informasi yang diketahui	4
Bangun ruang dan Air 2 Kullah	Uraian	3	Bak mandi berbentuk kubus dengan ukuran rusuk 90 cm penuh berisi air. Ali memindahkan $\frac{1}{3}$ air tersebut ke dalam bak mandi berbentuk tabung dengan panjang jari-jari 50 cm dan tinggi 50 cm. Jika kedua bak mandi tersebut kemasukan kotoran cicak, manakah bak mandi yang air nya masih suci dan	5

Konteks Materi/KD	Bentuk Soal	Tahapan CT	Soal	Nomor Soal
			mensucikan? Berikan alasan	
Bangun ruang	Uraian	3	Diketahui kolam renang berbentuk seperti gambar di bawah  Tuliskan bagaimana cara menentukan volume kolam renang tersebut. Tentukan rumusnya	6
Bangun ruang, Tekanan hidrostatis,	Uraian	4	Bak air berbentuk tabung seperti pada gambar	7

Konteks Materi/KD	Bentuk Soal	Tahapan CT	Soal	Nomor Soal
hukum Bernoulli dan Air 2 Kullah			 Jarak bak air dengan tanah adalah 10 cm dan akan dipasangi 4 kran untuk wudlu. Dengan kecepatan air $v = \sqrt{2gh}$ Dengan h: jarak antara lubang (kran) dengan permukaan air	

Konteks Materi/KD	Bentuk Soal	Tahapan CT	Soal	Nomor Soal
			(m) g: percepatan gravitasi (9,8 m/s^2) Tentukan letak kran air agar air dalam bak tidak pernah kurang dari 2 kullah, air yang keluar dari kran sehemat mungkin, dan tidak sering mengisi bak air tersebut. Berikan alasan.	
Bangun ruang dan kecepatan fluida	Uraian	4	Suatu kolam renang berukuran panjang 16 m, lebar 6 m, dan tinggi 1,5 m hendak dipasangi keramik. Jika pompa air mempunyai kecepatan 120 liter permenit, tentukan tinggi kolam jika diisi air selama 4 jam	8
Bangun ruang	Uraian	5	Diketahui suatu box/kardus dan buku dengan ukuran seperti di bawah. 	9

Konteks Materi/KD	Bentuk Soal	Tahapan CT	Soal	Nomor Soal
			 Seorang guru meminta siswa menghitung banyaknya maksimal buku yang bisa masuk ke dalam kardus/box tersebut. Seorang siswa menjawab sebagai berikut $Vbox = 36 \times 30 \times 20 = 21600$ $Vbuku = 20 \times 15 \times 5{,}5 = 1650$ $\text{banyak buku} = \frac{Vbox}{Vbuku} = \frac{21600}{1650} = 13{,}1$	

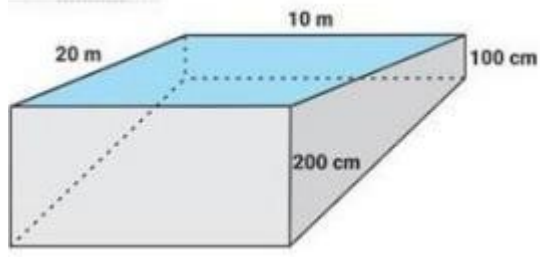
Konteks Materi/KD	Bentuk Soal	Tahapan CT	Soal	Nomor Soal
			Jadi maksimal buku yang bisa masuk box/kardus adalah 13 biji. Bagaimana pendapatmu terhadap jawaban siswa tersebut? Benar atau salah jawaban di atas? Jika salah di mana letak salahnya?	
Bangun ruang dan Air 2 Kullah	Uraian	5	Bak berbentuk tabung dengan panjang diamater 1 m dan tinggi 40 cm. Ibu mencuci menggunakan bak tersebut dengan cara mengisi bak air penuh air dan kemudian memasukkan cucian ke dalam bak tersebut. Menurut kamu apakah cara ibu mencuci sudah benar? Berikan alasan jawaban kamu	10
Jumlah soal				**10**

Dari 10 soal tersebut akan dipilih 5 setelah dilakukan validasi konstruk dengan CFA

D. Alternatif Jawaban

No	Tahapan	Indikator	Alternatif Solusi
1	Memahami masalah	merumuskan pertanyaan dan masalah dengan jelas dan tepat	Masalah: Luas permukaan piramida atau luas limas segiempat tanpa alas
2	Memahami masalah	merumuskan pertanyaan dan masalah dengan jelas dan tepat	Masalah: Luas permukaan balok tanpa atap (bidang atas)
3	Identifikasi informasi	mengidentifikasi informasi yang relevan dan yang tidak relevan	Diketahui: Kolam cuci kaki berbentuk balok dengan Panjang = 2 m Lebar = 1 m Tinggi = 20 cm Tinggi air = 15 cm Volume air berkurang = 0,1 *l*/orang = 100 cm^3/orang 2 kullah = 270 *l* = 270.000 cm^3
4	Identifikasi	mengidentifikasi informasi yang	Diketahui kolam renang yang terdiri dari 2 bagian

No	Tahapan	Indikator	Alternatif Solusi
	informasi	relevan dan yang tidak relevan	Bagian 1: Tinggi kolam 1 = t_1 = 1 m Panjang kolam 1 = p_1 = 12 m Lebar kolam 1 = l_1 = 10 m Bagian 2: Tinggi kolam 2 = t_2 = 2 m Panjang kolam 2 = p_2 = 8 m Lebar kolam 2 = l_2 = 10 m Volume kolam renang = volume bagian 1 + volume bagian 2
5	Validasi argumen	berpikir terbuka untuk mengenali dan validasi informasi dan argumen yang ada sesuai kebutuhan, implikasi, dan konsekuensi praktisnya	Volume air dalam bak kubus adalah 90 × 90 × 90 = 729000 cm^3 = 729 l $\frac{1}{3}$ nya = $\frac{1}{3} \times 729 = 243l$ dipindahkan ke dalam bak mandi dari tabung sehingga Volume bak tabung = $\frac{1}{3} \times 729 = 243l$ kurang dari

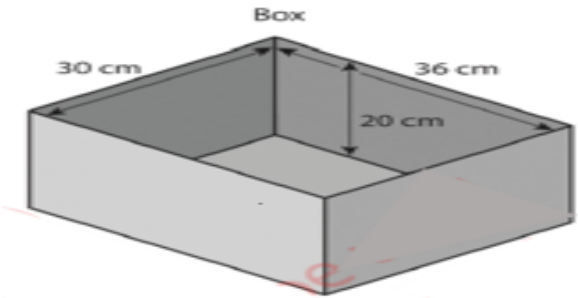
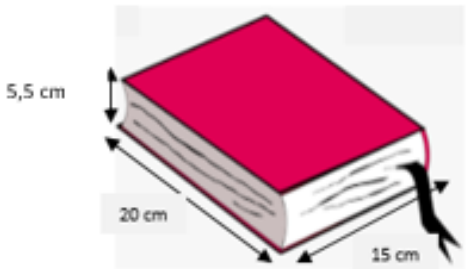
No	Tahapan	Indikator	Alternatif Solusi
			2 kullah sehingga menjadi nasjis Volume bak kubus = 729 – 243 *l* = 486 *l* lebih dari 2 kullah sehingga masih suci dan mensucikan
6	Validasi argumen	berpikir terbuka untuk mengenali dan validasi informasi dan argumen yang ada sesuai kebutuhan, implikasi, dan konsekuensi praktisnya	 Tuliskan bagaimana cara menentukan volume kolam renang tersebut. Tentukan rumusnya Untuk mendapatkan volume kolam renang tersebut, akan dilihat sebagai bangun prisma segiempat dengan alas berupa trapesium dengan panjang sisi-sisi sejajar adalah 200 cm = 2 m dan 100 cm = 1 m,

No	Tahapan	Indikator	Alternatif Solusi
			tinggi trapesium adalah 20 m dan tinggi prisma adalah 10 m sehingga diperoleh rumus $V = \text{luas alas } \times \text{tinggi} = \frac{1}{2}(2+1)20 \times 10$
7	Menyusun kesimpulan/ solusi	menghasilkan kesimpulan atau memecahkan masalah yang logis dengan penalaran induktif atau deduktif dan mempertimbangkan informasi-informasi yang relevan	Syarat letak kran Tidak mudah najis maka letak kran harus di atas batas bak air bervolume 2 kullah Hemat air artinya letak kran harus dekat dengan permukaan bak air Tidak sering mengisi ulang bak air artinya kran harus dekat dengan alas bak air sehingga • Air tidak mudah najis, akan dicari tinggi bak air (t') agar isi bak air tidak kurang dari 2 kullah Volume tabung agar air 2 kullah (V1) = 270 dm^3 $V1 = \pi r^2 t'$ $270 = \frac{22}{7} 35^2 t'$

No	Tahapan	Indikator	Alternatif Solusi
			$t' = 270000 \frac{7}{22} \frac{1}{35^2} = 70{,}13\ cm$ Jadi kran air harus berada pada ketinggian di atas 70,13 cm atau maksimal pada kedalaman 79,87 cm • Akan dilakukan pengujian jika kran diletakkan pada tiga titik yaitu 1) dekat dengan batas minimal yaitu diwakili pada kedalaman 70 cm, 2) kira-kira di tengah-tengah antara batas minimal dan permukaan yaitu diwakili pada kedalaman 40 cm, dan 3) di dekat permukaan bak air yaitu diwakili kedalaman 10 cm $v1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9{,}8 \times 0{,}7} = \sqrt{13{,}72} = 3{,}7\ m/s$ $v2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9{,}8 \times 0{,}4} = \sqrt{7{,}84} = 2{,}8\ m/s$

No	Tahapan	Indikator	Alternatif Solusi
			$v3 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9{,}8 \times 0{,}1} = \sqrt{1{,}96}$ $= 1{,}4\ m/s$ • Pada titik 1) kecepatan air sangat tinggi mengakibatkan air boros meskipun butuh waktu lama untuk mengisinya kembali Pada titik 3) kecepatan air lambat mengakibatkan air hemat meskipun harus sering mengisinya kembali karena dengan cepat permukaan air akan sama deengan lubang kran air Pada titik 2) kecepatan air sedang mengakibatkan air lebih hemat dibanding titik 1) dan butuh waktu lebih lama untuk mengisinya kembali dibandingkan lubang pada titik 3) Jadi letak kran agar memenuhi syarat adalah di sekitar tengah-tengah antara batas air 2 kullah dan

No	Tahapan	Indikator	Alternatif Solusi
			permukaan air yaitu sekitar kedalaman 40 cm
8	Menyusun kesimpulan/ solusi	menghasilkan kesimpulan atau memecahkan masalah yang logis dengan penalaran induktif atau deduktif dan mempertimbangkan informasi-informasi yang relevan	Ukuran kolam renang panjang 16 m = 1600 cm, lebar 6 m = 600 cm dan tinggi 1,5 m = 150 cm Debit pompa air 120 liter/menit Waktu pengisian 4 jam = 240 menit Karena debit pompa air adalah 120 liter permenit maka selama 4 jam pengisian volume kolam renang adalah $V = 120 \times 240 = 28800\ liter$ Jika tinggi kolam renang yang terisi air adalah t' maka $V = plt'$ $28800 = 160 \times 60 \times t'$ $t' = \frac{28800}{160 \times 60} = 3\ dm$ Tinggi air kolam renang adalah 3 dm
9	Evaluasi	menguji kesimpulan-kesimpulan	Diketahui suatu box/kardus dan buku dengan

No	Tahapan	Indikator	Alternatif Solusi
		yang diambil, dan menyatakan hasil penalaran dan sekaligus melegitimasinya	ukuran seperti di bawah.  

No	Tahapan	Indikator	Alternatif Solusi
			Seorang guru meminta siswa menghitung banyaknya maksimal buku yang bisa masuk ke dalam kardus/box tersebut. Seorang siswa menjawab sebagai berikut $$Vbox = 36 \times 30 \times 20 = 21600$$ $$Vbuku = 20 \times 15 \times 5 = 1650$$ $$\text{banyak buku} = \frac{Vbox}{Vbuku} = \frac{21600}{1650} = 13{,}1$$ Jadi maksimal buku yang bisa masuk box/kardus adalah 13 biji. Jawaban di atas adalah salah karena buku bukan benda cair yang bisa mengikuti bentuk wadahnya, karena ukuran kardus adalah panjang 36 cm, lebar 30 cm dan tinggi 20 cm sedangkan ukuran buku adalah panjang 20 cm, lebar 15 cm dan tinggi 5,5 cm maka yang mungkin dilakukan agar maksimal adalah memasukkan buku dengan berdiri yaitu

No	Tahapan	Indikator	Alternatif Solusi
			panjang buku →tinggi kardus sehingga 20 : 20 = 1 lebar buku → lebar kardus sehingga 30 : 15 = 2 tinggi buku →panjang kardus sehingga 36 : 5,5 = 6,5 sehingga maksimal buku yang bisa masuk adalah 1 × 2 × 6 = 12 buku
10	Evaluasi	menguji kesimpulan-kesimpulan yang diambil, dan menyatakan hasil penalaran dan sekaligus melegitimasinya	Bak berbentuk tabung dengan panjang diamater 1 m dan tinggi 40 cm. Ibu mencuci menggunakan bak tersebut dengan cara mengisi bak air penuh air dan kemudian memasukkan cucian ke dalam bak tersebut. Menurut kamu apakah cara ibu mencuci sudah benar? Berikan alasan jawaban kamu Cara ibu mencuci bisa benar dan bisa salah Benar jika volume pakaian yang dicuci/dimasukkan bak air tidak membuat air berkurang sampai menjadi kurang dari 2 kullah, karena volume air

No	Tahapan	Indikator	Alternatif Solusi
			dalam bak adalah $V = \pi r^2 t = 3{,}14 \times 50^2 \times 40 = 314000 cm^3$ $= 314 l$ maka cara ibu benar jika volume pakaian kurang dari 44*l* Cara mencuci ibu salah jika salah satu baju terkena najis dan volume baju sama dengan atau lebih dari 44*l*

E. Pedoman Penskoran

Tahapan	Skor	Kriteria
Memahami masalah	4	Mampu menunjukkan masalah dan pertanyaan dengan jelas dan tepat sesuai dengan soal
	3	Mampu menunjukkan masalah dan pertanyaan dengan jelas dan tepat namun kurang lengkap
	2	Mampu menunjukkan masalah dan pertanyaan namun tidak jelas dan kurang tepat
	1	Tidak mampu menunjukkan masalah dan pertanyaan
Identifikasi informasi	4	Mampu menunjukkan semua informasi yang relevan dan yang tidak relevan
	3	Mampu menunjukkan semua informasi yang relevan saja
	2	Mampu menunjukkan beberapa informasi yang relevan dan yang tidak relevan
	1	Tidak mampu menunjukkan semua informasi yang relevan
Validasi argumen	4	Mampu menunjukkan validasi terhadap informasi yang diberikan sesuai dengan kebutuhan, implikasi, dan konsekuensi praktisnya
	3	Mampu menunjukkan validasi terhadap informasi yang diberikan sesuai dengan kebutuhan, namun tidak bisa menjelaskan implikasi, dan konsekuensi praktisnya
	2	Mampu menunjukkan informasi yang diberikan namun tidak menunjukkan

		validasi terhadap informasi yang diberikan
	1	Tidak mampu menunjukkan informasi dan validasinya
Menyusun kesimpulan/ solusi	4	Mampu menghasilkan kesimpulan atau memecahkan masalah yang benar dan logis dengan penalaran induktif atau deduktif dan mempertimbangkan informasi-informasi yang relevan
	3	Mampu menghasilkan kesimpulan atau memecahkan masalah yang logis dengan penalaran induktif atau deduktif, namun tidak mempertimbangkan informasi-informasi yang relevan
	2	Mampu menghasilkan kesimpulan atau memecahkan masalah, namun tidak benar dan logis
	1	Tidak mampu menghasilkan kesimpulan atau memecahkan masalah yang benar dan logis
Evaluasi	4	Mampu menguji kesimpulan yang diambil dan menyatakan hasil penalaran dan sekaligus melegitimasinya
	3	Mampu menguji kesimpulan yang diambil namun tidak mampu menyatakan hasil penalaran dan sekaligus melegitimasinya
	2	Mampu menguji kesimpulan yang diambil tetapi salah dan tidak bisa menyatakan

		hasil penalaran dan sekaligus melegitimasinya
	1	Tidak mampu menguji kesimpulan yang seseorang ambil

D. Instrumen SRL

ANGKET *SELF-REGULATED LEARNING*

A. Definisi *Self Regulated Learning*

Ahli	Definisi
Bandura (Bandura, 1986)	*self-regulated learning* adalah suatu situasi peserta didik yang belajar berperan aktif untuk mengatur aktivitas belajarnya sendiri, memonitor motivasi dan tujuan akademik, mengelola sumber daya manusia dan sumber belajar, serta menjadi pelaku aktif dalam proses pengambilan keputusan dan pelaksana dalam proses belajar
Zimmerman (Cleary & Zimmerman, 2004; B. J. Zimmerman, 1989b, 2000)	*self-regulated learning* adalah kemampuan peserta didik untuk berperan aktif dalam proses belajar, baik secara metakognitif, secara motivasional dan secara behavioral
Monique Bekaerts (Boekaerts, 1999)	*self regulated learning* mengacu pada kondisi pembelajaran yang mengaktifkan peserta didik dalam menetapkan tujuan pembelajaran mereka, merencanakan, melaksanakan, mengatur dan mengevaluasi proses pembelajaran secara mandiri
Schunk (Schunk, 2012; Schunk & Greene, 2011)	*self-regulated learning* adalah proses belajar yang terjadi karena pengaruh dari pemikiran, perasaan, strategi, dan perilaku sendiri yang berorientasi pada pencapaian tujuan
Pintrich (Pintrich, 2004; Pintrich & Zusho, 2002;	*self-regulated learning* merupakan suatu proses aktif-konstruktif dimana peserta didik mengeset tujuan dan berusaha

Retnawati, 2016; Schunk, 2005)	memantau, mengatur, dan mengontrol kognisi, motivasi, dan perilakunya, memandu dan membatasi tujuannya
Kesimpulan	*self-regulated learning* adalah kemampuan peserta didik dalam mengatur dirinya untuk berperan aktif dalam proses belajar yang meliputi menentukan tujuan belajar, mengontrol motivasi dan perilaku, menyusun rencana, melaksanakan dan mengevaluasi proses belajar secara mandiri

B. Indikator SRL

Komponen	Indikator	Sub Indikator	Nomor
Perancangan	Memahami tugas/tujuan	• Menentukan tujuan yang hendak dicapai	1
		• Merencanakan strategi penyelesaian	2
		• Memahami tugas	3
	Kepercayaan diri	• Penilaian keyakinan diri	4
Monitoring	Pengamatan diri	• Mengaplikasikan strategi	5
		• Memantau motivasi dan usaha	6
		• Memantau perilaku diri	7
		• Memantau	8

Komponen	Indikator	Sub Indikator	Nomor
		efektivitas strategi	
Pengendalian	Pengendalian diri	• Memilih strategi efektif	9
		• Mengelola motivasi dan pengaruh	10
		• Pengendalian diri terhadap perilaku & meningkatkan / menurunkan usaha	11
Evaluasi	Evaluasi diri	• Evaluasi kinerja pada tugas pembelajaran	12
	Refleksi diri	• Berlajar dari kesalahan	13
		• Adaptasi	14

C. Angket SRL

No	Indikator	Pernyataan	Respon			
			TP	J	S	SL
1	Menentukan tujuan yang hendak dicapai	Saya merancang tujuan/target belajar matematika, sains, dan Islam sebelum kegiatan dimulai				
2		Saya belajar apa saja tanpa merancang tujuan/target belajar				
3	Merencanakan strategi penyelesaian	Saya merancang strategi untuk mencapai tujuan belajar matematika, sains, dan Islam yang sudah saya buat				
4		Saya langsung mengerjakan tugas tanpa melihat tujuan/target belajar saya				
5	Memahami tugas	Saya berusaha memahami tugas-tugas belajar matematika, sains, dan Islam yang harus saya kerjakan saat tugas kelompok dan mandiri				
6		Ketika ada tugas belajar, saya memilih tugas yang mudah dahulu				
7	Penilaian keyakinan diri	Saya percaya kemampuan diri saya bisa membuat saya berhasil dalam belajar matematika, sains, dan Islam				

No	Indikator	Pernyataan	Respon			
			TP	J	S	SL
8		Saya membandingkan hasil belajar saya dengan teman yang lebih pintar				
9	Mengaplikasikan strategi	Saya menyusun strategi yang paling bagus untuk menyelesaikan tugas saya dalam belajar matematika, sains, dan Islam				
10		Saya bingung dengan banyaknya strategi belajar saya				
11	Memantau motivasi dan usaha	Saya menjaga pikiran dan tenaga agar tetap fokus dalam menyelesaikan tugas saya dalam belajar matematika, sains, dan Islam				
12		Saya menyelingi belajar dengan main game di HP meskipun tugas belum selesai				
13	Memantau perilaku diri	Saya membuat jadwal kegiatan belajar matematika, sains, dan Islam secara rinci sampai hari dan jam				
14		Saya belajar jika hati sedang ingin belajar				
15	Memantau efektivitas strategi	Saya memeriksa perkembangan tugas matematika, sains, dan Islam untuk mendapatkan strategi yang paling baik				

No	Indikator	Pernyataan	Respon			
			TP	J	S	SL
16		Saya membandingkan perkembangan tugas saya dengan tugas teman yang pintar				
17	Memilih strategi efektif	Saya memilih strategi yang paling baik dan melaksanakan strategi tersebut secara maksimal				
18		Saya tidak mengetahui strategi belajar yang paling baik buat saya				
19	Mengelola motivasi dan pengaruh	Saya mencoba strategi baru jika strategi saya sebelumnya gagal dalam menyelesaikan tugas saya dalam belajar matematika, sains, dan Islam				
20		Jika saya tidak bisa menyelesaikan tugas, saya berusaha bertanya pada teman yang lebih pintar				
21	Pengendalian diri terhadap perilaku & meningkatkan / menurunkan usaha	Saya mencatat keberhasilan dan kegagalan saya dalam menyelesaikan tugas matematika, sains, dan Islam				
22		Saya tidak mengetahui kapan saya berhasil dan kapan saya gagal menyelesaikan tugas				
23	Evaluasi kinerja pada tugas pembelajaran	Saya melakukan evaluasi kegiatan belajar matematika, sains, dan Islam setelah melihat hasil belajar saya				

No	Indikator	Pernyataan	Respon			
			TP	J	S	SL
		(setelah ulangan harian, PTS atau PAS)				
24		Setelah melihat nilai ulangan harian, nilai PTS atau nilai UAS, saya langsung fokus pada semester/pelajaran yang akan datang				
25	Berlajar dari kesalahan	Keberhasilan atau kegagalan dalam menyelesaikan tugas matematika, sains, dan islam, saya jadikan sebagai motivasi untuk terus berusaha				
26		Saya mengabaikan hasil menyelesaikan tugas saya				
27	Adaptasi	Ketika saya menemukan strategi yang terbukti efektif untuk menyelesaikan tugas matematika, sains, dan islam, saya akan menggunakannya lagi				
28		Saya mengulangi strategi yang sudah saya pakai tanpa melihat berhasil atau tidak				

Keterangan
TP: Tidak Pernah
J : Jarang
S : Sering

SL : Selalu

D. Pedoman Penskoran

Respon	Positif	Negatif
Tidak Pernah	1	4
Jarang	2	3
Sering	3	2
Selalu	4	1

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M. A. (2014). Religion, Science and Culture: An Integrated, Interconnected Paradigm of Science. *Al-Jami'ah: Journal of Islamic Studies*, *52*(1), 175–203. https://doi.org/10.14421/ajis.2014.521.175-203

Abdullah, M. A. (2020). *Multidisiplin, Interdisiplin, & Transdisiplin: Metode Studi Agama & Studi Islam di Era Kontemporer*. Yogyakarta: IB Pustaka.

Abdullah, M. A., Kartanegara, R. M., Asy'arie, M., Anwar, S., Kuntowijoyo, & Naim, M. (2004). *Integrasi sains-Islam: Mempertemukan epistemologi islam dan sains*. Yogyakarta: Suka Press.

Abdussakir, & Rosimanidar. (2017). Model Integrasi Matematika dan al-Quran serta Praktik Pembelajarannya. *Seminar Nasional Integrasi Matematika Di Dalam Al-Quran*.

Aizikovitsh-Udi, E., & Amit, M. (2011). Developing the Skills of Critical and Creative Thinking by Probability Teaching. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *15*, 1087–1091.

Aizikovitsh-Udi, E., & Cheng, D. (2015). Developing Critical Thinking Skills from Dispositions to Abilities: Mathematics Education from Early Childhood to High School. *Creative Education*, *06*(04), 455–462. https://doi.org/10.4236/ce.2015.64045

Anderson, J., English, L., Fitzallen, N., & Symons, D. (2020). The contribution of mathematics education researchers to the current STEM education agenda. In J. Way, C. Attard, J. Anderson, J. Bobis, H. McMaster, & K. Cartwright (Eds.), *Research in Mathematics Education in Australasia 2016–2019* (pp.

27–57). https://doi.org/10.1007/978-981-15-4269-5_3

Arends, R. . (1997). *Classroom Instruction and Management*. New York: MC Grow-Hill Companies, Inc.

Arlinwibowo, J., Kartowagiran, B., & Retnawati, H. (2020). *Model Penilaian Capaian Belajar Matematika dengan Framework STEM*. Yogyakarta: UNY Press.

Aziz, N. (2019). Pemikiran Fazlur Rahman tentang filsafat pendidikan dalam Islam. *Manarul Qur'an*, *19*(2), 82–93.

Bagir, H., & Abdalla, U. A. (2020). *Sains "Religius" Agama "Saintifik."* Jakarta: Mizan.

Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

Banks, F., & Barlex, D. (2014). *Teaching STEM in the secondary school: Helping teachers meet the challenge*. New York: Routledge.

Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, *83*(2), 39–43. https://doi.org/10.1080/00098650903505415

Beswick, K., & Fraser, S. (2019). Developing mathematics teachers' 21st century competence for teaching in STEM contexts. *ZDM - Mathematics Education*, *51*(6), 955–965. https://doi.org/10.1007/s11858-019-01084-2

Beyer, B. K. (1995). *Critical Thinking*. Indiana: Phi Delta Kappa Educational Foundation.

Billingsley, B., Riga, F., Taber, K. S., & Newdick, H. (2014). Secondary school teachers' perspectives on teaching about topics that bridge science and religion. *Curriculum Journal*, *25*(3), 372–395. https://doi.org/10.1080/09585176.2014.920264

Billingsley, B., Taber, K. S., Riga, F., & Newdick, H. (2013). Erratum to: Secondary School Students' Epistemic Insight into the Relationships Between Science and Religion-A Preliminary Enquiry (Res Sci Educ, (2012), 10.1007/s11165-012-9317-y). *Research in Science Education*, *43*(1733).

https://doi.org/10.1007/s11165-012-9325-y

Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning: where we are today. *International Journal of Educational Research*, *31*, 445–457.

Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., & Roehrig, G. H. (2015). Integrated STEM education. In C. C. Johnson, E. E. Peters-Burton, & T. J. Moore (Eds.), *STEM road map: A framework for integrated STEM education* (pp. 23–37). New York: Routledge.

Burlbaw, L. M., Ortwein, M. J., & Williams, J. K. (2013). From the Project Method to STEM Project-Based Learning: The Historical Context. In R. M. Capraro, M. M. Capraro, & J. R. Morgan (Eds.), *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach* (pp. 7–14). Rotterdam: Sense Publisers.

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education : A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, (September 2010), 30–36.

Capraro, M. M., Whitfield, J. G., Etchells, M. J., & Capraro, R. M. (2016). *A Companion to Interdisciplinary STEM Project-Based Learning*. Rotterdam: Sense Publisers.

Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). *STEM project-based learning: An integrated scince, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Rotterdam: Sense Publisers.

Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Egitim ve Ogretim Dergisi*, *8*(2), 281–306. https://doi.org/10.14527/pegegog.2018.012

Chen, M. (2001). A potential limitation of embedded-teaching for formal learning. In J. Moore & K. Stenning (Eds.), *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (pp. 194–199). Edinburgh, Scotland: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Chu, H. E., Martin, S. N., & Park, J. (2019). A theoretical framework for developing an intercultural STEAM program for Australian and Korean students to enhance science

teaching and learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *17*(7), 1251–1266. https://doi.org/10.1007/s10763-018-9922-y

Cleary, T. J., & Zimmerman, B. J. (2004). Self-regulation empowerment program: a school-based program to enhance self-regulated and self-motivated cycles of student learning. *Psychology in the Schools*, *41*(5). https://doi.org/10.1002/pits.10177

Ditjen Diktis. (2019). *Pedoman Implementasi Integrasi Ilmu di Perguruan Tinggi Keagamaan Islam*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Tinggi Keagamaan Islam Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Kementerian Agama Republik Indonesia.

Ebbutt, S., & Straker, A. (1995). *Children and mathematics: A handbook for teacher*. London: Collins Educational.

Eggen, P. D., & Kauchak. (1995). *Strategis for Teachers Teaching Content and Thinking Skills*. New Jersey: Prentice Hall.

Elder, L., & Paul, R. (2013). Critical thinking: Intellectual standards essential to reasoning well within every domain of thought. *Journal of Developmental Education*, *36*(3), 34–35.

English, L. D. (2015). STEM: Challenges and opportunities for mathematics education. *Proceedings of the 39th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, *1*, 4–18.

English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, *3*(1), 1–8. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1

English, L. D. (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *15*, 5–24. https://doi.org/10.1007/s10763-017-9802-x

English, M. C., & Kitsantas, A. (2013). Supporting student self-regulated learning in problem- and project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, *7*(2), 128–150. https://doi.org/10.7771/1541-5015.1339

Ennis, R. H. (1993). Critical Thinking Assessment. *Theory Into Practice*, *32*(3), 179–186. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Ennis, R. H. (1996). *Critical Thinking*. New Jersey: Prentice Hall.

Ennis, R. H. (2011). Critical Thinking: Reflection and Perspective. *Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines*, *26*(1), 5–19. https://doi.org/10.5840/inquiryctnews201126215

Environmental Protection Agency. (2008). *Ideas for science fair projects on surface water quality topics for middle school students and teachers*. Retrieved from http://water.epa.gov/learn/resources/upload/2008_12_08_learn_science-projects.pdf.

Etherington, M. B. (2011). Investigative primary science: A problem-based learning approach. *Australian Journal of Teacher Education*, *36*(9), 36–57.

Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. California: California State University.

Facione, P. A. (2015). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. California: Measured Reasons LLC.

Fitzallen, N. (2015). STEM education: What does mathematics have to offer? *38th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, *1*, 237–244.

Gale, J., Alemdar, M., Lingle, J., & Newton, S. (2020). Exploring critical components of an integrated STEM curriculum : an application of the innovation implementation framework. *International Journal of STEM Education*, *7*, 1–17.

Gardner, M., & Tillotson, J. W. (2019). Interpreting integrated STEM: Sustaining pedagogical innovation within a public middle school context. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *17*(7), 1283–1300. https://doi.org/10.1007/s10763-018-9927-6

Glaser, E. (1941). *An Experience in the Development of Critical Thinking*. New York: Advanced School of Education at

Teacher's College, Columbia University.

Hannover Research. (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington, DC: National Academies Press.

Harahap, M., & Siregar, L. M. (2017). Konsep pendidikan Islam dalam membentuk manusia paripurna. *Jurnal Al-Thariqah*, *2*(2), 148–163.

Henriksen, D. (2014). Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices. *The STEAM Journal*, *1*(2). https://doi.org/10.5642/steam.20140102.15

Hobbs, L., Clark, J. C., & Plant, B. (2018). Successful students – STEM program: Teacher learning through a multifaceted vision for STEM education. In R. Jorgensen & K. Larkin (Eds.), *STEM education in the junior secondary: The State of play* (pp. 133–168). Singapore: Springer.

Howes, A., Kaneva, D., Swanson, D., & Williams, J. (2013). *Re-envisioning STEM education: curriculum, assessment and integrated, interdisciplinary studies*. Manchester: The University of Manchester.

Hudojo, H. (1990). *Strategi Mengajar Belajar Matematika*. Malang: IKIP Malang.

Ilma, R., Putri, I., & Aisyah, N. (2020). Learning integer with realistic mathematics education approach based on Islamic values. *Journal on Mathematics Education*, *11*(3), 363–384.

John, M., Bettye, S., Ezra, T., & Robert, W. (2016). A Formative Evaluation of a Southeast High School Integrative Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Academy. *Technology in Society*, *45*, 34–39. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2016.02.001

Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2015). *Models of Teaching*. New Jersey: Pearson.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, *3*(1). https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Kemendikbud RI. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia nomor 22 Tahun 2016 Tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran Pada Kurikulum 2013. , Kemendikbud RI § (2016).

Kennedy, T. J. (2014). Engaging Students In STEM Education. *Science Education International*, *25*(3), 246–258.

Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics. In J. Kilpatrick, J. Swafford, & B. Findell (Eds.), *Mathematics Learning Study Committee, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. Washington, DC: National Academy Press.

Klein, J. I., Taveras, S., King, S. H., Commitante, A., Curtis-Bey, L., & Stripling, B. (2009). Project-based learning: Inspiring middle school students to engage in deep and active learning. In *NYC Department of Education*. New York: NYC Department of Education.

Klein, J. T. (2004). Interdisciplinarity and complexity: An evolving relationship. *ECO Special Double Issue*, *6*(1), 2–10.

Klein, J. T. (2008). Evaluation of interdisciplinary and transdisciplinary research: A literature review. *American Journal of Preventive Medicine*, *35*(2S), 116–123. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.05.010

Knoll, M. (1997). The project method: Its vocational education origin and international development. *Journal of Industrial Teacher Education*, *34*(3). Retrieved from http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v34n3/Knoll.html

Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, *19*(3), 267–277.

Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1995). *The New Sourcebook for Teaching Reasoning and Problem Solving in Elementary School*. Needham Heights: Allyn & Bacon.

Lai, E. R., & Viering, M. (2012). Assessing 21st century skills:

Integrating research findings. *In Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education*. Vancouver, BC, Canada.

Lasa, A., Abaurrea, J., & Iribas, H. (2020). Mathematical content on STEM activities. *Journal on Mathematics Education*, *11*(3), 333–346. https://doi.org/10.22342/JME.11.3.11327.333-346

Lederman, N. G., & Niess, M. L. (1997). Integrated, interdisciplinary, or thematic instruction? Is this a question or is it questionable semantics? *School Science and Mathematics*, *97*(2), 57–58.

Li, Y., & Schoenfeld, A. H. (2019). Problematizing teaching and learning mathematics as "given" in STEM education. *International Journal of STEM Education*, *6*.

Lipman, M. (2003a). *Thinking in Education*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lipman, M. (2003b). *Thinking in Education*. Cambridge: Cambridge University Press.

Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R., & Goos, M. (2019). The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM - Mathematics Education*, *51*(6), 869–884. https://doi.org/10.1007/s11858-019-01100-5

Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., … Plague, G. (2013). Rethinking STEM education: An interdisciplinary STEAM curriculum. *Procedia Computer Science*, *20*, 541–546. https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.316

Mas'ud, A. (2004). *Antologi Studi Agama dan Pendidikan*. Semarang: Aneka Ilmu.

Mcdonald, C. V. (2016). STEM education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, *27*(4), 530–569.

McMorris, J. E. (2016). *The role of religion and gender in shaping STEM education and workforce participation (Doctoral dissertation)*. The University of Texas at Austin.

McPeck, J. E. (1984). Stalking Beasts, but Swatting Flies: The Teaching of Critical Thinking. *Canadian Journal of Education / Revue Canadienne de l'éducation*, *9*(1), 28. https://doi.org/10.2307/1494448

McPeck, J. E. (1990). Critical Thinking and Subject Specificity: A Reply to Ennis. *Educational Researcher*, *19*(4), 10–12. https://doi.org/10.3102/0013189X019004010

Mergendoller, J., Markham, T., Ravitz, J., & Larmer, J. (2006). Pervasive management of project- based learning. In C. Evertson & S. Weinstein (Eds.), *Handbook of classroom management: Research, practice, and contemporary issues* (pp. 583–615). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Moore, T. J., Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E., & Guzey, S. S. (2015). *STEM Road Map: A Framework for Integrated STEM Education*. New York: Routledge Taylor & Franc is Group.

Morrison, J., & Bartlett, R. V. (2009). STEM as a curriculum: An experiental approach. *Education Week*, *23*, 28–31. Retrieved from papers3://publication/uuid/48C36DF6-30CA-42ED-876D-0D4214A1F890

Mubarok, H., Safitri, N. S., & Adam, A. S. (2020). The novelty of religion and art: Should we combine with STEM education? *Studies in Philosophy of Science and Education*, *1*(3), 97–103.

Nicolescu, B. (2002). *Monifesto of transdisciplinarity*. New York: State University of New York Press.

NRC. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies of Science.

Oliva, P. F. (2009). *Developing the curriculum*. Boston: Pearson.

Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, *8*(April), 1–28. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00422

Paris, S. G., & Paris, A. H. (2001). Classroom Application of Research on Self-Regulated Learning. *Educational Psychologist*, *36*(2), 103–112. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3602

Paul, R., & Elder, L. (2013). Critical Thinking: Intellectual Standards Essential to Reasoning Well within Every Domain of Human Thought, Part Two. *Journal of Developmental Education*, *37*(3), 34.

Perry, N. E., Phillips, L., & Hutchinson, L. R. (2006). Preparing student teachers to support for self-regulated learning. *Elementary School Journal*, (106), 237–254.

Pfeiffer, H. D., Ignatov, D. I., & Poelmans, J. (2013). Conceptual structures for STEM research and education. *20th International Conference on Conceptual Structures, ICCS 2013*. Mumbai, India: Springer.

Pintrich, P. R. (2000). Multiple goals, multiple pathways: The role of goal orientation in learning and achievement. *Journal of Educational Psychology*, *92*(3), 544–555.

Pintrich, P. R. (2004). A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students. *Educational Psychology Review*, *16*(4), 385–407. https://doi.org/http://www.jstor.com/stable/23363878

Pintrich, P. R., & Zusho, A. (2002). The development of academic self-regulation: The role of cognitive and motivational factors. *Development of Achievement Motivation*, *1446*(2), 249–284. https://doi.org/10.1016/b978-012750053-9/50003-6

Pryor, C. R., & Kang, R. (2013). Project-based learning: An interdisciplinary approach for integrating social studies with STEM. In R. M. Capraro, M. M. Capraro, & J. R. Morgan (Eds.), *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach* (Second, pp. 129–138). Rotterdam: Sense Publisers.

Putra, A. A. (2016). Konsep pendidikan Agama Islam perspektif Imam Al-Ghazali. *Jurnal Al-Thariqah*, *1*(1), 41–54.

Radhi, S. S. (2021). *Nahjul Balaghah*. Yogyakarta: Diva Press.

Rahman, F. (1967). The Qur'anic solution of Pakistan's educational problems. *Islamic Studies*, *6*(4), 315–326.

Ravitch, D. (2000). *Left back: A century of failed school reforms*. New

York: Simon & Schuster.

Remijan, K. W. (2017). Project-based learning and design-focused projects to motivate secondary mathematics students. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, *11*(1), 1–14.

Retnawati, H. (2015). Perbandingan Akurasi Penggunaan Skala Likert dan Pilihan Ganda untuk Mengukur Self-Regulated Learning. *Jurnal Kependidikan: Penelitian Inovasi Pembelajaran*, *45*(2), 156–167.

Retnawati, H. (2016). Proving content validity of self-regulated learning scale (The comparison of Aiken index and expanded Gregory index). *Research and Evaluation in Education*, *2*(2), 155–164. https://doi.org/10.21831/reid.v2i2.11029

Roberts, A., & Cantu, D. (2012). Applying STEM instructional strategies to design and technology curriculum. In T. Ginner, J. Hallström, & M. Hultén (Eds.), *PATT 26 Conference: Technology Education in the 21st Century* (pp. 111–118). Stockholm: Royal Institute of Technology.

Ryandi, R. B., Somakim, S., & Susanti, E. (2018). Learning Combinations Through "Handshake." *International Journal on Emerging Mathematics Education*, *2*(1), 105. https://doi.org/10.12928/ijeme.v2i1.8693

Saihu. (2020). Konsep pembaharuan pendidikan Islam menurut Fazlur Rahman. *Andragogi Jurnal Pendidikan Islam*, *2*(1), 83–99. https://doi.org/doi.org/10.36671/andragogi.v1i3.66

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, *December/J*, 20–27.

Schunk, D. H. (2005). Self-regulated learning: The educational legacy of Paul R. Pintrich. *Educational Psychologist*, *40*(2), 85–94. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4002_3

Schunk, D. H. (2012). *Learning Theories An Educational Perspective*. New York: Pearson.

Schunk, D. H., & Greene, J. A. (2011). *Handbook of self-regulation of learning and performance*. New Jersey: Routledge.

Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (2007). Influencing children's

self-Efficacy and self-regulation of reading and writing through modeling. *Reading and Writing Quarterly*, *23*(1), 7–25. https://doi.org/10.1080/10573560600837578

Seameo. (2018). *Strategi pelaksanaan STEM di sekolah integrasi STEM dalam pembelajaran matematika*. Yogyakarta.

Shalihin, R. R., Bahriya, F., & Wantini. (2019). The implementation of qauniyah verses based on unification curriculum in SMA Trensains. *Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, *4*(2), 70–77. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3933-9_4

Shaughnessy, J. M. (2013). Mathematics in a STEM context. *Mathematics Teaching in the Middle School*, *18*(6), 324.

Shen, J., Sung, S., & Zhang, D. (2015). Toward an analytic framework of interdisciplinary reasoning and communication (IRC) processes in science. *International Journal of Science Education*, *37*(17), 2809–2835.

Shihab, M. Q. (2003). *Tafsir Al Mishbah Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an Juz 'Amma*. Jakarta: Lentera Hati.

Shpeizer, R. (2019). Towards a successful integration of project-based learning in higher education: Challenges, technologies and methods of implementation. *Universal Journal of Educational Research*, *7*(8), 1765–1771. https://doi.org/10.13189/ujer.2019.070815

Siswono, T. Y. E. (2016). Berpikir Kritis dan Berpikir Kreatif sebagai Fokus Pembelajaran Matematika. *Seminar Nasional IKIP PGRI Semarang*. Semarang: IKIP PGRI Semarang.

Slavin, R. . (1994). *Educational Psychology, Theories and Practice*. Masschusetts: Allyn and Bacon Publishers.

Stohlmann, M., Moore, T. J., Roehrig, G. H., Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, *2*(1). https://doi.org/10.5703/1288284314653

Stone-MacDonald, A., Wendell, K., Douglass, A., & Love, M. L. (2015). *Engaging young engineers: Teaching problem-solving skills*

through STEM. Maryland: Paul H. Brookes Publishing Co.

Sumrall, W. J., & Schillinger, D. N. (2004). A student-directed model for designing a science/social studies curriculum. *The Social Studies*, *95*(1), 5–10.

Suparno, P. (1997). *Filsafat konstruktivis dalam pendidikan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Sya'bani, M. A. Y. (2017). Pemikiran Syed Muhammad Naquib Al-Attas tentang pendidikan Islam. *Tamaddun: Jurnal Pendidikan Dan Pemikiran Keagamaan*.

Syah, A. (2008). Term tarbiyah, ta'lim, dan ta'dib dalam pendidikan Islam tinjauan dari aspek semantik. *Jurnal Al-Fikra: Jurnal Ilmiah Keislaman*, *7*(1).

Torlakson, T. (2014). *Innovate: A Blueprint For Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education*. California: State Superintendent of Public Instruction.

Trisdiono, H. (2014). Project Based-Learning in Teachers' Perspectives. *DIJE*, *2*(5).

Usher, E. L., & Schunk, D. H. (2011). Social Cognitive Theoretical Perspective Of Self-Regulation. In D. H. Schunk & J. A. Greene (Eds.), *Handbook of self-regulation of learning and performance* (pp. 19–35). New York: Routledge.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.

Wang, H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, *1*(2), 1–13. https://doi.org/10.5703/1288284314636

Wena, M. (2011). *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporar*. Jakarta: Bumi Aksara.

Winastwan, Gora, & Sunarto. (2010). *Pakematik Strategy Pembelajaran Inovatif Berbasis TIK*. Jakarta: Flex Media Komputindo.

Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (2008). The weave of motivation and self-regulated learning. In D. H. Schunk & B. J.

Zimmerman (Eds.), *Motivation and self-regulated learning: Theory, research, and applications* (pp. 297–314)). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Wraga, W. G. (1993). The interdisciplinary imperative for citizenship education. *Theory and Research in Social Education*, *21*(3), 201–231.

Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K. (2015). STEM Education. *Annual Review of Sociology*, *41*(April), 331–357. https://doi.org/10.1146/annurev-soc-071312-145659

Zaslavsky, C. (1994). "Africa counts" and ethnomathematics. *For the Learning of Mathematics*, *14*(2), 3–8.

Zhou, M., & Brown, D. (2017). Educational learning theories. In *Education Open Textbooks* (2nd ed.). Retrieved from https://oer.galileo.usg.edu/education-textbooks/1

Zhou, Y., Fan, X., Wei, X., & Tai, R. H. (2017). Gender gap among high achievers in math and implications for STEM pipeline. *Asia-Pacific Education Researcher*, *26*(5), 259–269. https://doi.org/10.1007/s40299-017-0346-1

Zimmerman, B. J. (1989a). A Social Cognitive View of Self-Regulated Academic Learning. *Journal of Educational Psychology*, *81*(3), 329–339. https://doi.org/10.1037/0022-0663.81.3.329

Zimmerman, B. J. (1989b). Models of self-regulated learning and academic achievement. In B. J. Zimmerman & D. H. Schunk (Eds.), *Self-Regulated Learning and Academic Achievement: Theory, Research, and Practice* (pp. 1–25). https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3618-4_1

Zimmerman, B. J. (1990). Goal Setting and Self-Efficacy During Self-Regulated Learning. *Educational Psychologist*, *25*(1), 3–17. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2501

Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of Self-Regulation: Theory, Research, and Applications* (pp. 13–39). San Diego, CA: Academic Press.

Zimmerman, D. C. (2010). *Project based learning for life skill building in*

12th Grade social studies classrooms: A case study. Dominican University of California.

Zumbrunn, S., Tadlock, J., & Roberts, W. D. (2011). *Encourage Self-Regulated Learning in the Classroom: A Literature Review*. Virginia: Metropolitan Educational Research Consortium (MERC) Publications.

BIODATA PENULIS

Mulin Nu'man; lahir di Lamongan Jawa Timur merupakan Dosen Tetap pada Program Studi Pendidikan Matematika FITK UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Saat ini sedang menyelesaikan Program Doktoral di Universitas Negeri Yogyakarta pada Jurusan Ilmu Pendidikan dengan Konsentrasi Pendidikan Matematika.

Heri Retnawati, lahir di Semanu Gunungkidul DI Yogyakarta. Saat ini merupakan Guru Besar pada Program Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. Sudah menghasilkan banyak karya ilmiah baik berupa Buku Teks, HKI, maupun Artikel yang dipublikasikan di Jurnal Internasional dan Nasional.

Sugiman, lahir di Purworejo Jawa Tengah. Saat ini merupakan Guru Besar pada Program Pendidikan Matematika Universitas Negeri Yogyakarta dan Menjabat sebagai Ketua Program Magister dan Program Doktor Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. Sudah menghasilkan banyak karya ilmiah baik berupa Buku Teks, HKI, maupun Artikel yang dipublikasikan di Jurnal Internasional dan Nasional.

Jailani, merupakan Associate Professor pada Program Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. Merupakan Asesor BAN PT dan sudah menghasilkan banyak karya ilmiah baik berupa Buku Teks, HKI, maupun Artikel yang dipublikasikan di Jurnal Internasional dan Nasional.