



INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI BATUSANGKAR
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
PANITIA PELAKSANA SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN SAINS

Sertifikat

Nomor: B- 014 /In.27/Panpel/SemnasMSe/07/2018
diberikan kepada

Dr. M. Haviz, M.Si.

Sebagai

KEYNOTE SPEAKER

Seminar Nasional Pendidikan Matematika dan Sains

dengan tema "Keterampilan Abad 21; Strategi Pengembangan Pembelajaran,
Penelitian, Matematika dan Sains"

21 Juli 2018, di Hotel Emersia Batusangkar



Dekan Fakultas Tarbiyah dan
Ilmu Keguruan

Signature of Dr. Sirajul Munir

Dr. Sirajul Munir, M.Pd.
NIP.197407251999031003

Ketua Pelaksana



Arikya Irfah Puting, S.Si., M.P.
NIP.19820922201011006

SINTESIS DAN ASESMEN KETERAMPILAN ABAD 21 DALAM PEMBELAJARAN SAINS

Oleh

M. Haviz

Jurusan Tadris Biologi Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

Institut Agama Islam Negeri Batusangkar. Email: mhaviz@iainbatusangkar.ac.id

Abstract

Skill abad 21 adalah topik yang “hangat” dalam pendidikan/pembelajaran saat ini. Karena skill abad 21 dibutuhkan oleh siswa/mahasiswa untuk mempersiapkan dirinya hidup di masa depan atau dalam praktek kehidupan mereka setelah lulus. Secara teo-filosofis, dalam Islam skill abad 21 bukanlah hal yang baru. Banyak ayat al-Quran yang menjelaskan bahwa beberapa bentuk skill abad 21. Pembelajaran sains harus membekali siswa dengan skill abad 21 dan guru harus berkomitmen untuk menerapkan pembelajaran dengan standar pengetahuan dan skill abad 21. Hal itu tergambar dalam persiapan dan rancangan pembelajaran (sintesis) harus memuat skill abad 21 dan proses pembelajaran dilakukan dengan cara belajar tertentu, seperti *project based learning*, *autentic* dan *mastery learning*. Mengintegrasikan keterampilan abad 21 ke dalam pembelajaran sains bisa dilakukan dengan penggunaan model pembelajaran integratif dan atau model pembelajaran berbasis riset (asesmen)

Kata kunci: sintesis, asesmen, skill abad 21, pembelajaran sains

A. Pendahuluan

Skill abad 21 adalah topik yang “hangat” dalam pendidikan/pembelajaran saat ini (Geisinger, 2016). Karena skill abad 21 dibutuhkan oleh siswa/mahasiswa untuk mempersiapkan dirinya hidup di masa depan (Larson & Miller, 2011) atau dalam praktek kehidupan mereka setelah lulus (Kaufman, 2013). Pembelajaran berbasis skill abad 21, pada prinsipnya adalah pembelajaran yang membekali siswa atau mahasiswa dengan keterampilan yang dibutuhkan untuk hidup di abad 21. Keterampilan tersebut adalah *life and career skills*, *learning and innovation skills* dan *information media and technology skills* (Trilling & Fadel, 2009). *Life and career skills* (keterampilan hidup dan berkarir), meliputi fleksibilitas dan adaptabilitas (*flexibility and adaptability*), inisiatif dan mengatur diri sendiri (*inititative and seff direction*), Interaksi sosial dan budaya (*social and cross-culture interaction*), Produktivitas dan akuntabilitas (*productitivy and accountability*) dan Kepemimpinan dan tanggungjawab (*leaderships and responsibility*). *learning and innovation skills* (keterampilan belajar dan berinovasi), meliputi: berpikir kritis dan mengatasi masalah (*critical thinking and problem solving*), komunikasi dan kolaborasi (*communication and collaboration*), kreativitas dan inovasi (*creativity and innovation*). *information media and technology skills* (keterampilan teknologi dan media informasi), meliputi: literasi informasi (*information literacy*), literasi media (*media literacy*) dan literasi ICT (*information and communication literacy*).

Greenstein (2012:198-215) mengklasifikasi keterampilan skill abad 21 secara lebih sederhana. Penjelasan lebih rinci dituliskan di Tabel 1.

Tabel 1 Klasifikasi Keterampilan Skill Abad 21

Main Skill	Sub Skill
Thinking	Critical thinking
	Problem solving
	Creativity
	Metacognition
Acting	Communicating
	Debate
	Collaborating
	Digital literacy
Living	Technology literacy
	Civics and citizenship
	Global
	Leaderships and responsibility
	Work ethic
	College/career/workplace
Flexibility/adaptability	
Initiative/motivation	

(Sumber: Greenstein, 2012:198-215)

Beberapa laporan penelitian tentang skill abad 21 dalam pembelajaran, adalah pengembangan kurikulum (Tunncliffe, 2007); (Burden & Hall, 2005); (Rowland, 2007), skill abad 21 (Williams, 2005) (Tritschler, 2008); teknologi informasi (Lambert & Gong, 2010); (Fry & Seely, 2011) (Haviz, 2018) dan evaluasi pembelajaran abad 21 (DiCerbo, 2014). Hasil-hasil riset tersebut memperlihatkan bahwa skill abad 21 sangat dibutuhkan oleh siswa untuk melanjutkan studi dan atau mahasiswa saat mencari kerja setelah mereka lulus kuliah.

B. Filosofis dan Theologis Berpikir Sebagai Bagian dari Skill Abad 21 dalam Pendidikan dan Pembelajaran

Berpikir dalam pendidikan dan pembelajaran menjadi penting untuk menyebabkan perubahan tingkah laku siswa (Haviz, 2009). Berpikir adalah suatu kegiatan yang aktif, tepat dan hati-hati dalam mempercayai sesuatu atau informasi yang datang dari luar sehingga tidak salah dalam merefleksikan pemikiran tersebut ketika membuat suatu kesimpulan Deweys (1938, dalam (Akhsir, 2007) Menurut (Burton, Kimbal, & Wing, 1960) dalam berpikir seseorang harus menjalani; *pertama*, proses yang mampu meningkatkan keraguan dalam pemikiran dan *kedua* mengetahui kesulitan dalam keraguan tersebut. *Ketiga* menguji keraguan tersebut dengan memberikan fakta, merancang hipotesis dan mencari fakta-fakta baru dengan melakukan observasi, *keempat* mengkritisi fakta tersebut, kemudian menginterpretasikannya, dan *kelima* membuat kesimpulan berdasarkan teori, temuan dan realita yang ada. (Burton, Kimbal, & Wing, 1960) melihat berpikir diawali dengan melihat masalah yang mempunyai rentangan, dan rentangan masalah yang dipikirkan diawali dari mudah hingga sulit. Beberapa pemikiran (Burton, Kimbal, & Wing, 1960) tentang filosofis berpikir adalah :

1. *Berpikir selalu hilang dan peduli*. Datang dan perginya informasi merupakan suatu hal yang biasa dalam berpikir. Kehilangan informasi sebelumnya bisa saja terjadi karena peduli dengan informasi baru yang lebih efektif dan dalam rangka menemukan kepastian. Karena perbedaan tindakan atau anggapan terhadap informasi yang melibatkan pemikiran akan melahirkan kesimpulan yang lebih baik (Dewey, 1944)

Menurut penulis, sebuah ilustrasi singkat yang sesuai dengan pernyataan di atas adalah kisah pencarian Allah SWT Sang Pencipta Alam Semesta oleh nabi Ibrahim AS. Awalnya, matahari yang menerangi bumi di siang hari dianggap sebagai Sang Pencipta. Tetapi, munculnya bulan dan bintang di saat malam mementahkan kesimpulan yang telah dibuat oleh Ibrahim sebelumnya. Sehingga, Nabi Ibrahim menemukan suatu kesimpulan bahwa Yang Mencipta-kan alam semesta beserta isinya yang diyakininya sebagai Tuhan yang sangat dekat dan paling dekat dengan dirinya. Dan ketika hamba-hamba-Ku bertanya kepadamu tentang Aku, bahwasanya Aku dekat..... (Q.S, 2 : 186).

2. *Mengingat adalah berpikir*. Seseorang yang mengingat sesuatu dalam pemikirannya dianggap orang tersebut sudah berpikir.
3. *Menggambarkan/memimpikan adalah berpikir*. Menggambarkan (*imaging*) dan memimpikan (*dreaming*) adalah bagian dari berpikir. Seorang yang berpikir seperti bermimpi. Karena sesuatu yang akan dibicarakan telah melewati proses penggambaran atau *imaging* dalam pemikiran. Saat bersikap, telah melewati proses mimpi atau *dreaming* dalam pemikirannya. Dengan proses *imaging* dan *dreaming* sebagai bagian dari berpikir, seseorang mampu melakukan dan meraih sesuatu yang tidak biasa.

Buku "Laskar Pelangi" menceritakan perjuangan 10 orang anak melayu kurang mampu (miskin) asal Belitung saat bersekolah. Dengan segala keterbatasan sarana, prasarana serta hambatan yang muncul, mereka tetap dengan penuh semangat pergi ke sekolah. Secara kolektif, hasilnya terlihat saat diadakan lomba karnaval 17 Agustus dan lomba cerdas cermat. Para laskar pelangi mampu mengalahkan siswa dari SD lain yang lebih berkualitas (Hirata, 2005). Selanjutnya, Ikal dan Arai (dua bocah laskar pelangi) ternyata mampu bersekolah ke Paris, menjelajahi Eropa dan bahkan sampai ke Afrika (Hirata, 2006). Menurut penulis, saat kecil, mereka telah melakukan proses yang dinamakan berpikir. Secara individual, kedua anak ini juga telah mengalahkan teman dalam kelompok mereka. Dalam buku tersebut diceritakan bahwa Ikal dan Arai kecil telah memimpikan untuk bisa bersekolah ke suatu tempat yang paling indah di dunia yaitu ke Sorborne University Paris-Perancis. Bersekolah di Perancis selalu tergambar dalam pemikiran mereka. Proses *imaging* dan *dreaming* memicu semangat mereka untuk mewujudkan mimpi-mimpi mereka menjadi kenyataan.

4. *Percaya adalah berpikir*. Saat seseorang telah mempercayai sesuatu, maka dia telah melakukan proses yang dinamakan berpikir. Columbus meyakini dan percaya bahwa dunia bisa diarungi. Selanjutnya, pada tahun 1980-1990, Habibie dengan kemampuannya dalam mendesain aero-dinamis pesawat terbang, mampu memimpin PT. Dirgantara Indonesia memproduksi sejumlah jenis pesawat terbang sendiri, seperti CN-235. Menurut Penulis, Columbus dan Habibie telah melakukan proses yang dinamakan berpikir. Columbus meyakini dan mempercayai bahwa dunia bisa diarungi, dan Habibie meyakini serta mempercayai bahwa dengan ilmu disain aerodinamis yang dimilikinya, suatu saat Indonesia mampu memproduksi pesawat

sendiri. Mereka mampu melakukannya setelah melewati proses mendengar, mengamati dan mempercayai apa yang dibicarakan orang.

Implikasi berpikir dalam pendidikan/pembelajaran, memiliki alur dan proses yang cukup jelas dan memahami alur dan proses tersebut tidaklah sulit. Tetapi, bagi seorang dosen menjadi tugas yang berat tetapi mulia untuk mengajarkannya. Menurut Russel (1956, dalam Burton *et al*, 1960) alur berpikir yang bisa dipahami oleh mahasiswa dan dosen diawali dengan adanya stimulus, kemudian diinterpretasikan, dilanjutkan dengan proses dan diakhiri dengan lahirnya kesimpulan. Skema berpikir dalam pendidikan terlihat di bawah ini:



Gambar 1. Alur implikasi berpikir dalam pendidikan (Dimodifikasi dari **Burton *et. al*, 1960**; (Kantowitz & Roediger, 1984)

C. Kurikulum Pembelajaran dan Hubungannya dengan Keterampilan Abad 21

Pembelajaran yang baik akan memberikan atau membekali siswa/mahasiswa dengan kompetensi-kompetensi yang sesuai dengan tujuan pembelajaran. Kompetensi pembelajaran Pada Perguruan Tinggi, dalam kurikulum berbasis kerangka kualifikasi nasional Indonesia disebut dengan *learning outcomes* (Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 73 Tahun 2013). Untuk pendidikan dasar dan menengah, sasaran pembelajaran. Keduanya mencakup ranah sikap (*attitude*), pengetahuan (*kognitif*) dan keterampilan (*skill*) yang akan digradasikan ke dalam beragam keterampilan pada kegiatan inti pembelajaran. (Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016 tentang standar proses pendidikan dasar dan menengah). Mengacu kepada kedua peraturan tersebut bisa dimaknai bahwa Pemerintah Republik Indonesia sedang mengupayakan memperbaiki kualitas lulusan di setiap jenjang pendidikan. Perubahan-perubahan dilakukan dengan cara merevisi kompetensi atau capaian pembelajaran yang dimuat dalam standar pembelajaran.

Hasil penelitian Herlanti (2015) memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan domain pengetahuan dan kognitif dalam setiap kurikulum pembelajaran biologi di SMA. Uraian lengkap hasil analisis kurikulum 1984, 1994, 2006 dan 2006 berdasarkan domain pengetahuan dan kognitif dituliskan di Tabel 2 dan Tabel 3. Kurikulum pembelajaran biologi Sekolah Menengah Atas pada tahun 1984, 1994 dan 2006 dari aspek kognitif lebih menekankan pada pemahaman (C2). Target kurikulum lebih banyak pada pemahaman konsep, belum menysasar kemampuan berpikir tingkat tinggi. Adapun pada kurikulum 2013, domain kognitif lebih dominan berpikir tingkat tinggi.

Tabel 2 Analisis kurikulum 1984 dan 1994 berdasarkan domain pengetahuan dan kognitif

Dimensi	C1		C2		C3		C4		C5		C6	
	1984	1994	1984	1994	1984	1994	1984	1994	1984	1994	1984	1994
K1	1	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-
K2	5	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-
K3	1	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
K4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sumber: (Herlanti, 2015)

Tabel 3 Analisis kurikulum 2006 dan 2006 berdasarkan domain pengetahuan dan kognitif

Dimensi	C1		C2		C3		C4		C5		C6	
	2006	2013	2006	2013	2006	2013	2006	2013	2006	2013	2006	2013
K1	-	-	3	4	-	-	-	4	-	-	-	-
K2	-	-	4	-	-	7	-	3	-	-	-	-
K3	-	-	1	1	1	-	-	4	-	-	-	-
K4	-	-	3	-	-	-	1	9	-	1	-	-

Sumber: (Herlanti, 2015)

Keterangan:

Pengetahuan Faktual (K1): pengetahuan terminologi, rincian unsur yang lebih spesifik; Pengetahuan Konseptual (K2): pengetahuan tentang klasifikasi dan kategori, prinsip dan generalisasi, teori, model dan struktur; Pengetahuan Prosedural (K3): pengetahuan dalam keterampilan tertentu, teknik, metode dan kriteria menerapkan prosedur yang tepat; Pengetahuan Metakognitif (K4): pengetahuan diri, strategi dan tugas tugas kognitif; Mengingat (C1): Mengenali, menyebutkan; Memahami (C2): Menafsirkan, mencontohkan, mengklasifikasikan, merangkum, menyimpulkan, membandingkan dan menjelaskan; Mengaplikasikan (C3): Mengeksekusikan dan mengimplementasikan; Menganalisis (C4): Membedakan, mengorganisasikan dan mengatribusikan; Mengevaluasi (C5) dan Menciptakan: Merumuskan, merencanakan dan memproduksi (Karthwolh dan Anderson, 20011)

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016 tentang standar proses pendidikan dasar dan menengah, sasaran pembelajaran mencakup ranah sikap, pengetahuan dan keterampilan yang akan digradasikan ke dalam beragam keterampilan pada kegiatan inti pembelajaran. Rincian gradasi sikap, pengetahuan dan keterampilan dituliskan di Tabel 4. Kurikulum 2013 mengamanatkan guru untuk menggunakan pendekatan ilmiah (*scientific approach*) tematik terpadu antar matapelajaran dan tematik dalam suatu mata pelajaran. Untuk memperkuat *scientific approach*, guru juga diamanatkan untuk menerapkan pembelajaran berbasis penyingkapan/penelitian (*discovery/inquiry learning*) dan untuk mendorong kemampuan siswa menghasilkan karya, sangat disarankan untuk menggunakan pendekatan pembelajaran *project based learning*.

Pada proses evaluasi, pendekatan penilaian *authentic (authentic assessment)* yang menilai kesiapan siswa, proses dan hasil belajar secara utuh. Ketiga komponen ini merupakan gambaran dari dampak instruksional (*instructional effect*) pada aspek pengetahuan dan dampak pengiring (*nurturant effect*) pada aspek sikap. Evaluasi tersebut menggunakan alat: lembar pengamatan, angket sebaya, rekaman, catatan anekdot dan refleksi.

Tabel 4 Rincian Gradasi Sikap, Pengetahuan dan Keterampilan

Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
Menerima	Mengingat	Mengamati
Menjalankan	Memahami	Menanya
Menghargai	Menerapkan	Mencoba
Menghayati	Menganalisis	Menalar
Mengamalkan	Mengevaluasi	Menyaji
-	-	Mencipta

Kurikulum berbasis kompetensi pendidikan tinggi dijelaskan secara terperinci dalam dokumen buku panduan pengembangan kurikulum berbasis kompetensi pendidikan tinggi yang diterbitkan oleh Sub Direktorat Kurikulum dan Program Studi Direktorat Akademik Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (2008). Buku terdiri dari Sembilan Bab, yang setiap babnya terdiri dari beberapa sub-bab pendukung. Penjelasan umum tentang setiap Bab tersebut adalah

Bab I Pengantar, meliputi (A) Pendidikan dan Kondisi Global; (B) Sistem Pendidikan Tinggi di Indonesia; dan (C) Peran Kurikulum di dalam Sistem Pendidikan Nasional; Bab II Alasan Perubahan Kurikulum; Bab III Bentuk Perubahan; Bab IV Memahami Lebih dalam Kepmendiknas No. 232/U/2000 dan No. 045/U/2002; Bab V Tahapan Penyusunan Kurikulum, meliputi (A) Tahapan Profil Lulusan; (B) Perumusan Kompetensi Lulusan; (C) Pengkajian Kandungan Elemen Kompetensi; (D) Pemilihan Bahan Kajian; (E) Perkiraan Bahan Kajian; (F) Perkiraan dan Penetapan Beban (SKS) Pembentukan Mata Kuliah; dan (G) Menyusun Struktur Kurikulum; Bab VI Pembelajaran dalam KBK, meliputi (A) Kondisi Pembelajaran di Perguruan Tinggi saat ini dan (B) Perubahan dari TCL (TCCO) ke arah SCL; Bab VII Model-Model Pembelajaran dalam KBK, meliputi (A) *Small Group Discussion*; (B) Simulasi/Demonstrasi; (C) *discovery Learning (DL)*; (D) *Self-Directed Learning (SDL)*; (E) *Cooperative Learning (CL)*; (F) *Collaborative Learning (CbL)*; (G) *Contextual Instruction*; (H) *Project Based Learning (PjBL)* dan (I) *Problem Based Learning/Inquiry (PBL/I)*; Bab VIII Menyusun Rencana Pembelajaran, Memilih Metode Pembelajaran dengan Pendekatan SCL; Bab IX Alternatif Penilaian Kemampuan Anak Didik, meliputi (A) Rubrik Deskriptif; (B) Rubrik Holistik dan (C) Cara Membuat Rubrik.

Dokumen Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia yang diterbitkan oleh Dirjen Dikti Kemendiknas RI menjelaskan manfaat dan dampak penerapan KKNI (Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, 2011, pp. 8-9). Penulis memaparkan kembali tentang hal tersebut. Tentang manfaat, KKNI dimaksudkan untuk (1) Menetapkan kualifikasi capaian pembelajaran yang diperoleh melalui pendidikan formal, non formal, informal atau pengalaman kerja; (2) Menetapkan skema pengakuan kualifikasi capaian pembelajaran yang diperoleh melalui pendidikan formal, nonformal, informal atau pengalaman kerja; (3) Menyetarakan kualifikasi di antara capaian pembelajaran yang diperoleh melalui pendidikan formal, pendidikan formal, non formal, informal atau pengalaman kerja; (4) Mengembangkan metode dan sistem pengakuan kualifikasi sumber daya manusia dari negara lain yang akan bekerja di Indonesia.

Penjelasan-penjelasan tersebut memperlihatkan bahwa pembelajaran saat ini membutuhkan peningkatan penguasaan kognitif, sikap dan keterampilan yang lebih tinggi. Selanjutnya juga akan mempengaruhi aplikasi pencapaian tujuan pembelajaran. Pada aspek kognitif diperlukan penerapan skill abad 21 dalam pembelajaran. Jika ditelisik pada aspek kognitif, agar siswa /mahasiswa bisa disasar dengan skill abad 21 dalam proses pembelajaran, diperlukan bentuk pekerjaan yang jelas terutama terkait dengan penerapan taksonomi Bloom. Pada Tabel 5, dituliskan aplikasi taksonomi bloom pada abad 21.

Tabel 5 Penerapan Taksonomi Bloom pada Abad 21

Bloom's Taxonomy	21st Century Skills	21st Century Application
Knowing / Remembering list, define, describe, name, locate, find, label, identify	<ul style="list-style-type: none"> • Embedding learning in memory • Retrieving and recalling information and knowledge 	<ul style="list-style-type: none"> • Label a diagram • Draw a picture of it • Search and bookmark
Comprehending/Understanding interpret, summarize, paraphrase, classify, give an example, estimate	<ul style="list-style-type: none"> • Fitting into prior learning • Organizing prior knowledge into a graphic • Constructing meaning 	<ul style="list-style-type: none"> • Summarize the story/illustrate your ideas • Define the problem • Give an example of each idea • Make a rainbow to illustrate things you know about this • Include it in a blog or tweet
Applying carry out, use, modify, discover, demonstrate, show, produce	<ul style="list-style-type: none"> • Using learning/knowledge in multiple, novel and personalized ways • Implementing ideas 	<ul style="list-style-type: none"> • Construct a theory as to why it happened that way • Brainstorm ways to use information and try one • Show a classmate how to do it using Google Docs or other application
Analyzing/Comparing Organize, outline, infer, distinguish, integrate, break down, differentiate, attribute to	<ul style="list-style-type: none"> • Making meaning by exploring and questioning so that its structure and parts can be understood, related and connected • Distinghuised between components 	<ul style="list-style-type: none"> • Take a position and compare it to others • Figure out what others need to know to complete the task and help them • Explain a choice the character made and why you think they did this. Would you do the same? • Map your ideas; create a mash-up
Synthesizing/Evaluating Hypothesize, critique, compile, devise, plan, reorganize, appraise, defend	<ul style="list-style-type: none"> • Combining/putting ideas together • Judging the ideas based on criteria and standards • Testing hypothesis 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluate other's solutions to a problem • Self- and peer review of work • Create a flyer on your topic using multiple sources • Post an editorial on your blog • Network with others; combine ideas
Creating Reorganize, innovate, invent, adopt an usual approach, plan and produce, generate something new	<ul style="list-style-type: none"> • Generating something new • Putting elements into a coherents whole • Reorganizing ideas into new patterns 	<ul style="list-style-type: none"> • Create a new ending • Design another way to convey the message of the story • Come up with a new way to do, prepare, or fix something • Create digital products: film, simulation, game, podcast

(Greenstein, 2012, p. 13).

D. Mensintesis dan Mengevaluasi Pembelajaran Berbasis Skill Abad 21

Sebelum menerapkan pembelajaran berbasis skill abad 21, sudah seyogyanya dosen/guru/pendidik telah memahami dan memiliki keterampilan abad 21. Menurut *International Society for Technology in Education*, (2012) ada lima kategori keterampilan guru abad 21 yaitu *Pertama*, mampu memfasilitasi dan menginspirasi belajar dan kreatifitas peserta didik, dengan indikator: (a) Mendorong, mendukung dan memodelkan penemuan dan pemikiran kreatif dan inovatif; (b) Melibatkan peserta didik dalam menggali isu dunia nyata (*real world*) dan memecahkan permasalahan otentik menggunakan tool dan sumber-sumber digital; (c) Mendorong refleksi peserta didik menggunakan *tool* kolaboratif untuk menunjukkan dan mengklarifikasi pemahaman, pemikiran, perencanaan konseptual dan proses kreatif peserta didik dan (d) Memodelkan

konstruksi pengetahuan kolaboratif dengan cara melibatkan diri belajar dengan peserta didik, kolega dan orang-orang lain melalui aktifitas tatap muka maupun melalui lingkungan virtual.

Kedua, merancang dan mengembangkan pengalaman belajar dan asesmen era digital dengan indikator sebagai berikut (a) Merancang dan mengembangkan pengalaman belajar yang tepat yang mengintegrasikan *tools* dan sumber digital untuk mendorong belajar dan kreatifitas peserta didik; (b) Mengembangkan lingkungan belajar yang kaya akan teknologi yang memungkinkan semua peserta didik merasa ingin tahu dan menjadi partisipan aktif dalam menyusun tujuan belajarnya, mengelola belajarnya sendiri dan mengukur perkembangan belajarnya sendiri; (c) Melakukan kostumisasi dan personalisasi aktifitas belajar yang dapat memenuhi strategi kerja gaya belajar dan kemampuan menggunakan *tools* dan sumber-sumber digital yang beragam dan (d) Menyediakan alat evaluasi formatif dan sumatif yang bervariasi sesuai dengan standar teknologi dan konten yang dapat memberikan informasi yang berguna bagi proses belajar peserta didik maupun pembelajaran secara umum.

Ketiga, menjadi model cara belajar dan bekerja di era digital, dengan indikator sebagai berikut: (a) menunjukkan kemahiran dalam sistem teknologi dan mentransfer pengetahuan ke teknologi dan situasi yang baru; (b) berkolaborasi dengan peserta didik, sejawat dan komunitas menggunakan *tool-tool* dan sumber digital untuk mendorong keberhasilan dan inovasi peserta didik; (c) mengkomunikasikan ide/gagasan secara efektif kepada peserta didik, orang tua dan sejawat menggunakan aneka ragam format media digital; (d) mencontohkan dan memfasilitasi penggunaan secara efektif dari pada *tool-tool* digital terkini untuk menganalisis, emngevaluasi dan memanfaatkan sumber informasi tersebut untuk mendukung penelitian dan belajar.

Keempat, mendorong dan menjadi model tanggung jawab dan masyarakat digital dengan indikator: (a) mendorong, mencontohkan dan mengajarkan secara sehat legal dan etis dalam menggunakan teknologi informasi digital, termasuk menghargai hak cipta, hak kekayaan intelektual dan dokumentasi sumber belajar; (b) memenuhi kebutuhan pembelajar yang beragam dengan menggunakan strategi pembelajaran berpusat pada peserta didik dengan memberikan akses yang memadai terhadap *tool-tool* digital dan sumber belajar digital lainnya; (c) mendorong dan mencontohkan etika digital tanggung jawab interaksi sosial terkait dengan penggunaan teknologi informasi; (d) mengembangkan dan mencontohkan pemahaman budaya dan kesadaran global melalui keterlibatan/ partisipasi dengan kolega dan peserta didik dari budaya lain menggunakan *tool-tool* komunikasi dan kolaborasi digital.

Kelima, berpartisipasi dalam pengembangan dan kepemimpinan profesional, dengan indikator sebagai berikut (a) berpartisipasi dalam komunitas lokal dan global untuk menggali penerapan teknologi kreatif untuk meningkatkan pembelajaran; (b) menunjukkan kepemimpinan dengan mendemonstrasikan visi infusi teknologi, berpartisipasi dalam pengambilan keputusan bersama dan penggabungan komunitas dan mengembangkan keterampilan kepemimpinan dan teknologi kepada orang lain; (c) mengevaluasi dan merefleksikan penelitian-penelitian dan praktek profesional terkini terkait dengan penggunaan efektif dari pada *tool-tool* dan sumber digital untuk mendorong keberhasilan pembelajaran dan (d) berkontribusi terhadap efektivitas, vitalitas dan pembaharuan diri terkait dengan profesi guru baik di sekolah maupun dalam komunitas.

Untuk bisa melakukan sintesis dan evaluasi skill abad 21 pada pembelajaran, sebaiknya dosen/guru/pendidik mengawalinya dengan melakukan revisi pada *lesson plan* (rancangan pembelajaran). Pada *lesson plan* tentunya sudah dituliskan jenis keterampilan-keterampilan abad 21 yang akan dituju dan dibekali oleh siswa setelah selesainya proses pembelajaran. Pada prinsipnya, evaluasi pembelajaran berbasis skill abad lebih mengedepankan produk yang dihasilkan oleh siswa. Greeinstein (2012) menjelaskan bahwa evaluasi alternatif dan authentic yang bisa mendemonstrasikan pengetahuan dan keterampilan siswa secara nyata. Jenis-jenis asesmen dalam pembelajaran berbasis abad 21 adalah *rubric, students contract, self assessment/reflection, peer review, observations, anecdotal records, concept map, questioning, conferences and portfolio review*. Salah satu contoh rubrik keterampilan abad 21 (berpikir kritis) dituliskan di Tabel 6.

Tabel 6. Rubrik Critical Thinking

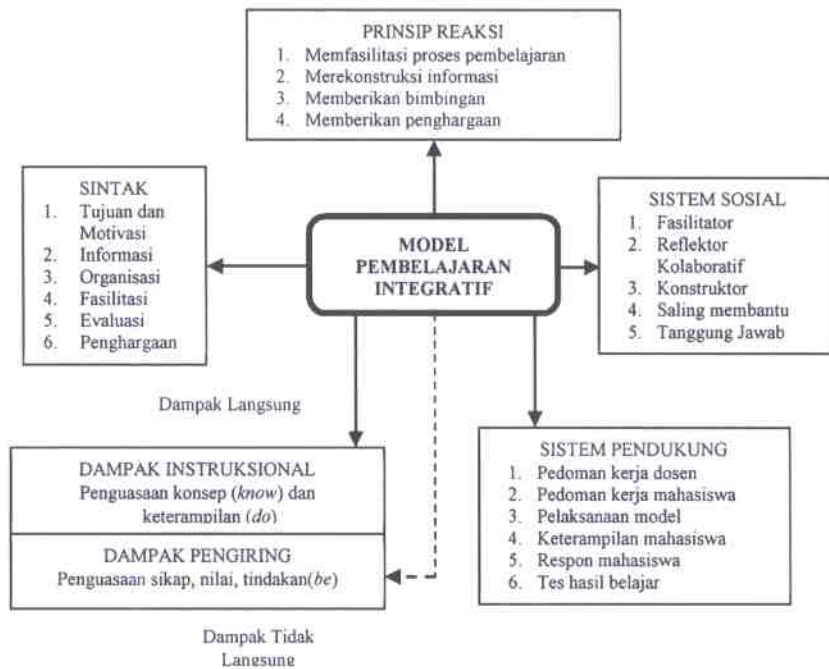
Standard	Exceeds	Meets	Working Toward	Just Beginning	Score/Weight
Critical thinking	Consistently demonstrates multiple skills in evaluation, analysis and synthesis	Routinely applies two components of critical thinking	Developing multiple types of critical thinking skills	Able to understand basic content but struggles to evaluate and analyze information	
Analyzing information	Identifies main issues, establishes priorities among details and sees unstated implications	Identifies and understands the main issue and a few stated differences	Needs help to move beyond the main issue . With support, can identify a few distinct details	Describes the main issue inaccurately. Unable to focus on key question or problem	
Uses data to develop critical insights	I could explain the data to others and understood what it meant well enough to	I was able to figure out what the data meant and could use	I was able to pick out some data that made sense to me	It was really hard to understand the data without some help	

Disampaikan pada Seminar Nasional Pendidikan Matematika dan Sains, IAIN Batusangkar pada tanggal 21 Juli 2018 di Hotel Emersia Batusangkar

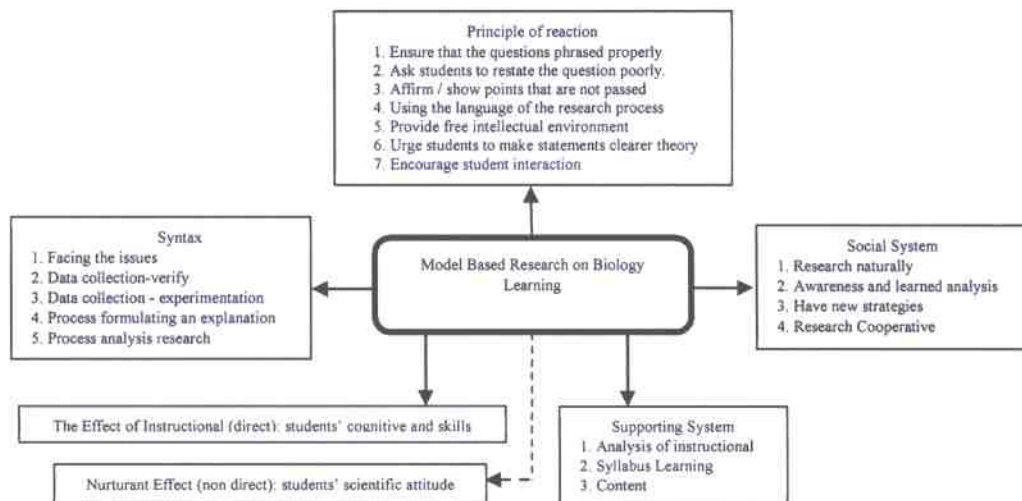
	make connections to my work	the main idea to draw a conclusion			
Synthesizes multiple viewpoints	It was easy to find at least three main viewpoints and organize them in a way that is clear and makes sense to others	I was able to find two different viewpoints and could put into a logical summary statements	I was able to find two different viewpoint and restate the ideas in my own words	I was able to pick out one [ersons's viewpoint from the information and tell it to my teacher	

E. Penggunaan Model Integratif/Model Berbasis Riset sebagai Model Pembelajaran untuk Meningkatkan Skill Abad 21 di Kelas Sains

Pada bagian berikut akan dijelaskan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Haviz, 2013) tentang penggunaan model pembelajaran yang bisa digunakan untuk mensistesis dan mengevaluasi keterampilan abad 21 pada pembelajaran sains. Model pembelajaran tersebut adalah model pembelajaran integratif (Haviz, Lufri, Fauzan, & Efendi, 2012) dan model pembelajaran berbasis penelitian (Haviz, 2018). Komponen model pembelajaran integratif telah diringkas dan dituliskan di Gambar 1 dan komponen model pembelajaran berbasis riset dituliskan di Gambar 2.



Gambar 2 Komponen Model Pembelajaran Integratif (Haviz, 2013)



Gambar 3 model of research-based learning on biology learning (Haviz, 2018, hal. 147)

Tabel 7 Perbandingan Komponen Model Pembelajaran Integratif dan Berbasis Riset

Komponen Model (Joyce & Weil, 1992)	Model Pembelajaran Integratif (Haviz, 2013)	Model Pembelajaran Berbasis Riset (Haviz, 2018)
Sintak	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tujuan dan Motivasi 2. Informasi 3. Organisasi 4. Fasilitasi 5. Evaluasi 6. Penghargaan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Facing the issues 2. Data collection-verify 3. Data collection - experimentation 4. Process formulating an explanation 5. Process analysis research
Prinsip reaksi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memfasilitasi proses pembelajaran 2. Merekonstruksi informasi 3. Memberikan bimbingan 4. Memberikan penghargaan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ensure that the questions phrased properly 2. Ask students to restate the question poorly. 3. Affirm / show points that are not passed 4. Using the language of the research process 5. Provide free intellectual environment 6. Urge students to make statements clearer theory 7. Encourage student interaction.
Sistem Sosial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fasilitator 2. Reflektor Kolaboratif 3. Konstruktur 4. Saling membantu 5. Tanggung Jawab 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Research naturally 2. Awareness and learned analysis 3. Have new strategies 4. Research Cooperative
Supproting system	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pedoman kerja dosen 2. Pedoman kerja mahasiswa 3. Pelaksanaan model 4. Keterampilan mahasiswa 5. Respon mahasiswa 6. Tes hasil belajar 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analysis of instructional 2. Syllabus Learning 3. Content
The Effect of Instructional (direct)	Penguasaan konsep (<i>know</i>) dan keterampilan (<i>do</i>)	students' cognitive and skills
Nurturant Effect (non direct)	Penguasaan sikap, nilai, tindakan (<i>be</i>)	students' scientific attitude

Pada bagian berikut dituliskan contoh penerapan syntax pembelajaran integratif pada materi spermatogenesis (Haviz, 2013).

Tabel Langkah Kerja Integratif

Langkah Pembelajaran	Aktivitas Mahasiswa	Waktu (Menit)
Langkah 4	Memahami masalah yang diberikan berdasarkan topik-topik spermatogenesis dengan baik. Bacalah masalah-masalah yang dituliskan pada Tabel di bawah ini sesuai dengan kode kelompok anda!	10
Topik dan Masalah pada Spermatogenesis		
Topik Pembelajaran	Masalah Pembelajaran	
Topik 1 Kemampuan Reproduksi	<p>Sperma hasil spermatogenesis tetap ada dalam tubulus testis pria, walaupun pria tersebut sudah berusia lanjut. Sedangkan pada wanita tidak demikian, ovum sudah tidak ada lagi pada wanita menopause (wanita berumur 45-50 tahun) dan juga pada wanita berusia lanjut.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apa yang menyebabkan produktivitas antara laki-laki dan wanita dalam hal kemampuan reproduksi? 2. Bagaimana mekanisme ini bisa dijelaskan? 	

Topik 2 Stem Cell pada Mitosis	Dari gambar gametogenesis (perhatikan Gambar 2.2) terlihat ada panah balik dari spermatogonia tipe A4 menuju spermatogonium tipe A1.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apa konsekuensi dari peristiwa ini? 2. Bagaimana perbedaannya dengan proses oogenesis?
Topik 3 Meiosis I	Pada tanaman, bila dilakukan kultur jaringan terhadap daun atau batang atau akar
Topik 4 Meiosis II	Hasil meiosis II adalah berupa spermatid, kemudian mengalami diferensiasi yang akhirnya menghasilkan sperma (gamet). Masing-masing gamet mempunyai kromosom ibu (matroklin) atau kromosom ayah (patroklin), tapi tidak keduanya.
Topik 5 Regulasi Hormonal Spermatogenesis	Pada percobaan hipofisektomi (pembuangan hipofisa), testis akan mengalami penyusutan. Akibat selanjutnya adalah pengeluaran sperma terhenti, spermatogenesis berhenti pada tahap spermatosit primer, output testosteron menurun, kelenjar seks sekunder yang bergantung pada testosteron seperti prostat, vesikula seminalis juga mengalami penyusutan.
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kenapa hal ini terjadi? 2. Jelaskan hormon-hormon apa saja yang berperan pada regulasi (pengaturan) spermatogenesis!

Langkah Pembelajaran	Aktivitas Mahasiswa	Waktu (Menit)
Langkah 4	Memahami masalah yang diberikan berdasarkan topik-topik spermatogenesis dengan baik	10
Langkah 5	Membuat beberapa alternatif kemungkinan pemecahan atau solusi masalah (bila ada beberapa alternatif). Tuliskan jawaban anda pada Tabel di bawah ini.	5

Selanjutnya, pada bagian berikut dituliskan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Haviz, Karomah, Delfita, Ali Umar, & Maris, 2018) tentang penerapan pembelajaran berbasis riset. Pembelajaran berbasis riset tersebut pada pengamatan membuka menutup daun putri malu (*Mimosa pudica*). Siswa melakukan aktivitas eksperimen berdasarkan pertanyaan berikut.

Question 1: What are you trying to do?

Student answers: close and open the leaves of *Mimosa pudica*.

Question 2: What do you think?

Student answers: (a) *Mimosa pudica* leaves when touched closing
 (b) Leaves of *Mimosa pudica* when given cold excitatory closes
 (c) Leaf *Mimosa pudica* when given hot stimuli close

Question 3: What do you provide?

Student answers: (a) *Mimosa pudica* plant (live)
 (b) Ice wrapped in plastic
 (c) lighted lighters or candles
 (d) stopwatch or timers

Question 4: What are you doing?

Student answers:

- To treat *Mimosa pudica* as follows; (1) touching it by using the fingertips at the top of the leaf surface; (2) touching it using a fingertip on the petiole; (3) giving cold temperatures by laying ice cubes beneath the leaf surface; (4) gives the heat temperature by placing a flame or a burning candle
- Observe the motion of leaves and stems of *Mimosa pudica*
- Record the speed of plant response to excitatory using stopwatch
- Repeat steps 1-3 (3 times)
- Recording the observed data

Treatment	Time (minute)		
	1 st round	2 nd round	3 th round
touching on leaf surface	Close at 01.43	Close at 01.52	Close at 01.55
touching on petiole	03.03	03.01	03.04
given cold temperature on leaf bottom surface	03.14	03.10	03.15

Question 5: What do you conclude?

- (a) How does *Mimosa pudica* respond when given a touch stimulus on the leaf surface?
Student answer: leaves *Mimosa pudica* closes and opens in a very short time.
- (b) How does *Mimosa pudica* respond when given a touch stimulus on the petiole?
Student answer: leaves *Mimosa pudica* closes and opens with a short time
- (c) How does *Mimosa pudica* respond when given cold stimuli?
Student answer: leaves *Mimosa pudica* closes and opens for a long time.
- (d) How does *Mimosa pudica* respond when given hot stimuli?
Student answer: leaves *Mimosa pudica* closes and opens in a very long time
- (e) Which part is the most sensitive to the touch stimulator?
Student answers: the most sensitive part of the touch plan is the leaf surface
- (f) Is the response speed different from the different stimuli?
Student answers: yes, this type of stimulus has a different response speed.
- (g) What can you conclude based on the above activities?
Student answers: Part of *Mimosa pudica* plants that are most sensitive to excitatory are the leaves and the slightly sensitive part is the petiole. The most immediate stimuli affect the motion of closing and opening the leaves of *Mimosa pudica* is a touch.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penggunaan model pembelajaran ini menimbulkan hasil belajar mahasiswa baik. Hasil belajar berupa post tes siswa pada percobaan gerak pada organisme menunjukkan bahwa semua siswa memperoleh skor >75. Hasil ini juga memperlihatkan bahwa tercapainya ketuntasan belajar. Hasil-hasil ini memperlihatkan bahwa aplikasi model pembelajaran sangat penting untuk mensupport pembelajaran (Krell & Krüger, 2016). Penggunaan model pembelajaran juga melengkapi siswa dengan keterampilan abad 21.

F. PENUTUP

Pembelajaran sains harus membekali siswa dengan *life skills*, *real life experiences* dan mengembangkan *hard skills* dan *soft skills* (Suwono, 2017) dan guru harus berkomitmen untuk menerapkan pembelajaran dengan standar pengetahuan dan skill abad 21 (AACTE, 2010). Hal itu tergambar dalam persiapan dan rancangan pembelajaran harus memuat skill abad 21 (Boyer & Crippen, 2014) dan proses pembelajaran dilakukan dengan cara belajar tertentu, seperti *project based learning* (Bell, 2010), *autentic* dan *mastery learning* (Greenstein, 2012). Mengintegrasikan keterampilan abad 21 ke dalam pembelajaran sains (Duran, Yaussy, & Yaussy, 2011) melalui penggunaan model pembelajaran integratif (Haviz, 2013) dan atau model pembelajaran berbasis riset (Haviz, 2018)

Daftar Kepustakaan

- AACTE. (2010). *Press Releases & Statements The American Association of Colleges for Teacher Education and P21 Release Paper on 21st Century Knowledge and Skills in Educator Preparation*. Diambil kembali dari <https://aacte.org/news-room/press-releases-statements/88-the-american-association-of-colleges-for-teacher-education-and-p21-release-paper-on-21st-century-knowledge-and-skills-in-educator-preparation>
- Ahonen, A. K., & Kinnunen, P. (2015). How do students value the importance of twenty-first century skills? *Scandinavian Journal of Educational Research*, 59(4), 395-412. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/00313831.2014.904423>
- Ainley, J., Fraillon, J., Schulz, W., & Gebhardt, E. (2016). Conceptualizing and measuring computer and information literacy in cross-national contexts. 29(4), 291-309. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/08957347.2016.120>
- Akhsir, M. (2007). Critical thinking a family resemblance in conceptions. *Journal of education and human development*, 11-23.
- 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. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Boyer, W., & Crippen, C. L. (2014). Learning and teaching in the 21st century: an education plan for the new millennium developed in British Columbia, Canada. *Childhood Education*, 90(5: Educating Children in the New Millennium, Part 2), 343-353. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/00094056.2014.952218>

- Burden, J., & Hall, A. (2005). Biology in the twenty first century: a new curriculum for school science. *Journal of Biological Education*, 40(1), 6-10. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2005.9656001>
- Burton, H., Kimbal, R., & Wing, R. (1960). *Education for effective thinking*. New York: Appleton Centruy Crofts, Inc.
- Daryanto, & Karim, S. (2017). *Pembelajaran Abad 21*. Yogyakarta: Gaya Media.
- Dewey, J. (1944). *Democracy and education*. New York: The Free Press A Division of Macmillan Publish Co, Inc.
- DiCerbo, K. (2014). Assessment and teaching of 21st century skills. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 21(4), 502-505.
- Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. (2011). *Kerangka Kualifikasi Nasional Indoensia dan Arah Kurikulum LPTK*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Diambil kembali dari <http://www.dikti.go.id/id/peraturan-perundangan/pdf>
- Duran, E., Yaussy, D., & Yaussy, L. (2011). Race to the future: Integrating 21st century skills into science instruction. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 48(3), 98-106. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/00368121.2010.535222>
- Fry, S., & Seely, S. (2011). Enhancing preservice elementary teachers' 21st-century information and media literacy skills. *Action in Teacher Education*, 33(2), 206-218. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/01626620.2011.569468>
- Geisinger, K. F. (2016). 21st century skills: What are they and how do we assess them? *Applied Measurement in Education*, 29(4), 245-249. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/08957347.2016.1209207>
- Gray, K. (2014). *The skills/qualities employers want in new college graduate hires*. National Association of Colleges and Employers (NACE). Diambil kembali dari <http://www.naceweb.org>
- Greenstein, L. (2012). *Assesing 21st century skill. a guide to evaluating mastery and authentic learning*. California: SAGE Company.
- Greenstein, L. (2012). *Assesing 21st Century Skill. a Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning*. California: SAGE Company.
- Grünkorn, J., Belzen, A. U., & Kruger, D. (2014). Assessing Students' Understandings of Biological Models and their Use in Science to Evaluate a Theoretical Framework. *International Journal of Science Education*, 1651-1684. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2013.873155>
- Haviz, M. (2009). Berpikir dalam pendidikan (Suatu tinjauan filsafat tentang pendidikan untuk berpikir kritis). *Ta'dib*, 12(1), 81-89.
- Haviz, M. (2013). *Belajar memahami embriologi dengan model integratif*. Batusangkar: STAN Batusangkar Press.
- Haviz, M. (2013). Integratif model of learning construction and validation: an embryology case. *International Seminar and Workshops on Education and Design Research*, (hal. 210-220). Padang.
- Haviz, M. (2015). Cooperative learning model on developmental of biology. *American Journal Educational Research*, 3(10), 1298-1304. doi:10.12691/education-3-10-14
- Haviz, M. (2015). Modern instructional design on educational research: how to use the adaptive systems on instructional of biology. *International Conference on Mathematics, Science, Education and Technology (ICOMSET)* (hal. 287-301). Padang: Faculty of Mathematics and Science State University of Padang. Diambil kembali dari <http://www.seminar.fmipa.unp.ac.id/icomset>
- Haviz, M. (2018). Computer-assisted biology learning materials:designing and developing an interactive CD on spermatogenesis. *IOP Conference Series: Material Science and Engineering*. 335, hal. 012081. Padang: IOP PUBLISHING Ltd. Diambil kembali dari <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/335/1/012081/meta>
- Haviz, M. (2018). Development research based learning model in biology education: what is relevance, concistency and practicality? *Journal of education and learning (edulearn)*, 12(1), 143-149.
- Haviz, M., Karomah, H., & Delfita, R. (2018). Revisiting generic science skill as 21st century skill on biology learning. *Indonesian Journal of Science Education (review)*.
- Haviz, M., Lufri, Fauzan, A., & Efendi, Z. M. (2012). Pengembangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan: analisis kebutuhan pengembangan. *Ta'dib*, 15(1), 1-14. Diambil kembali dari <http://ecampus.iainbatusangkar.ac.id/ojs/index.php/takdib/article/view/213/212>
- Herlanti, Y. (2015). Analisis domain pengetahuan dan kognitif pada kurikulum Indonesia tahun 1984-2013 Mata Pelajaran Biologi Sekolah Mengeha Atas. *Prosiding Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS*, (hal. 304-308).
- Hirata, A. (2005). *Laskar Pelangi*. Yogyakarta: Penerbit Bentang.

- Hirata, A. (2006). *Sang pemimpi*. Yogyakarta: Penerbit Bentang.
- Janssen, F., & Waarlo, A. J. (2010). Learning biology by designing. *Journal of Biological Education*, 44(2), 88-92. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2010.9656199>
- Joyce, B. R., & Weil, M. (1992). *Models of Teaching* (4th ed.). Massachusetts: Allyn and Bacon Publisher.
- Joyce, B. R., Weil, M., & Calhoun, E. (2009). *Models of Teaching* (9th ed.). Massachusetts: Allyn and Bacon Publisher.
- Kantowitz, B., & Roediger, H. (1984). Memory and information processing. Dalam *Theory of learning*.
- Kaufman, K. J. (2013). 21 ways to 21st century skills: Why students need them and ideas for practical implementation. *Kappa Delta Pi Record*, 49(2), 78-83. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/00228958.2013.786594>
- Koksal, M. S., Cakiroglu, J., & Geban, O. (2013). The effect of explicit embedded reflective instruction on nature of science understandings in advanced science students. *Journal of Biological Education*, 47(4), 208-223. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2013.799080>
- Krell, M., & Krüger, D. (2016). Testing models: a key aspect to promote teaching activities related to models and modelling in biology lessons? *Journal of Biological Education*, 50(2), 160-173. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2015.1028570>
- Lambert, J., & Gong, Y. (2010). 21st century paradigms for pre-service teacher technology preparation . *Computers in the Schools Interdisciplinary Journal of Practice, Theory, and Applied Research*. *Computers in the Schools Interdisciplinary Journal of Practice, Theory, and Applied Research*, 27(1), 54-70.
- Larson, L. C., & Miller, T. N. (2011). 21st century skills: Prepare students for the future. *Kappa Delta Pi Record*, 47(3), 121-123. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/00228958.2011.10516575>
- Lucas, B. (2016). A five-dimensional model of creativity and its assessment in schools. *Applied Measurement in Education*, 29(4), 278-290. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/08957347.2016.120920>
- Osuafor, A. M., & Amaefuna, I. A. (2016). A survey of biology teachers use of activity-oriented, laboratory practical exercises to promote functional biology education. *Journal of Education and Learning*, 10(3), 281-290. Diambil kembali dari <http://journal.uad.ac.id/index.php/EduLearn/article/view/3952>
- Park, C. O., & Lee, J. (2002). Adaptive Instructional System. Dalam D. Jonassen, *Handbook of Research on Educational Communications and Technology (2nd Edition)* (2nd ed., hal. 1101-1130). Diambil kembali dari <http://www.aect.org/edtech/42.pdf>
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 73 Tahun 2013. (t.thn.).
- Permendikbud No. 65 Tahun 2013. (t.thn.). *Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah*.
- Roblin, N. N., Ormel, B. J., McKenney, S. E., Voogt, J. M., & Pieter, J. M. (2014). Linking research and practice through teacher communities: a place where formal and practical knowledge meet? *European Journal of Teacher Education*, 37(2), 183-203. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/02619768.2014.882312>
- Rowland, G. (2007). Towards a new biology curriculum. *Journal of Biological Education*, 41(3), 99-101. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2007.9656076>
- Stuessy, C. L., & Metty, J. S. (2007). The learning research cycle: bridging research and practice. *Journal of Science Teacher Education*, 18(5), 725-750.
- Suparman, A. (2012). *Desain Instruksional Modern*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Suwono, H. (2017). Revisiting the 21st Century Science Curriculum. *International Conference on Mathematics, Science, Education and Technology* (hal. 76). Padang: Faculty of Mathematics and Natural Science Universitas Negeri Padang.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. San Francisco, California: John Wiley & Sons.
- Tritschler, K. (2008). Cultural competence a 21st-century leadership skill. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 79(1), 7-8. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/07303084.2008.10598107>
- Tunnickliffe, S. D. (2007). No time to teach life saving skills? essential first aid within biology lessons. *Journal of Biological Education*, 42(1), 3-4. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2007.9656099>
- Ummels, M., Kamp, M., Kroon, H. d., & Boersma, K. T. (2015). Designing and evaluating a context-based lesson sequence promoting conceptual coherence in Biology. *Journal of Biological Education*, 49(1), 38-52. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2014.882380>
- Vanderlinde, R., & Braak, J. v. (2010). The gap between educational research and practice: views of teachers, school leaders, intermediaries and researchers. *British Educational Research Journal*, 36(2), 299-316. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/01411920902919257>

Williams, J. (2005). Skill as metaphor: an analysis of terminology used in success for all and 21st century skills. *Journal of Further and Higher Education*, 29(2), 181-190. Diambil kembali dari <http://dx.doi.org/10.1080/03098770500103598>