

MODUL 3

PEMBELAJARAN INOVATIF

Penulis:

Dr. Ali Muhtadi, M.Pd.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, berkat limpahan karunia-Nya, sehingga Modul mata kuliah Pedagogik Pendidikan Profesi Guru (PPG) Dalam Jabatan ini dapat diselesaikan dengan baik atas kerjasama semua pihak.

Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional No 20 tahun 2003 Pasal 3 menyebutkan bahwa pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya 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. Tugas ini tentu sangat mulia sekaligus sarat beban berat mengingat tantangan masa depan peserta didik dan bangsa yang semakin tidak dapat diprediksi keberadaannya, sehingga guru dituntut untuk terus meningkatkan kualitas dirinya sebagai guru profesional.

Guru profesional sebagaimana diamanatkan dalam Undang- undang No 14 tahun 2005 tentang Guru dan Dosen Pasal 1 adalah pendidik yang memiliki tugas utama yaitu mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai, dan mengevaluasi peserta didik pada pendidikan anak usia dini jalur pendidikan formal, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah. Berkaitan dengan hal tersebut, guru diharapkan mampu melaksanakan tugas keprofesian sebagai pendidik yang memesonakan, yang dilandasi sikap cinta tanah air, berwibawa, tegas, disiplin, penuh panggilan jiwa, samapta, disertai dengan jiwa kesepenuhhatian dan kemurahhatian.

Untuk melandasi tugas utama dan tugas keprofesian guru tersebut, Undang-undang Guru dan Dosen tahun 2005 pasal 8 telah menyebutkan bahwa guru wajib memiliki kualifikasi akademik, kompetensi, sertifikat pendidik, sehat jasmani dan rohani, serta memiliki kemampuan untuk mewujudkan tujuan pendidikan nasional.

Selanjutnya dalam pasal 10 Undang-undang Guru dan Dosen tahun 2005 menyebutkan bahwa kompetensi guru meliputi kompetensi pedagogik, kompetensi kepribadian, kompetensi sosial, dan kompetensi profesional yang diperoleh melalui pendidikan profesi. Dalam rangka meningkatkan empat kompetensi guru khususnya kompetensi pedagogi yang relevan dengan tuntutan perkembangan abad 21 melalui penyelenggaraan pendidikan profesi guru inilah, urgensi modul ini disusun.

Ucapan terimakasih penulis haturkan kepada Tim Direktorat Pembinaan GTK PAUD dan Dikmas, Tim Pengembang Subtansi PPG Pedagogik Bapak Dr. Totok Bintoro, M.Pd, Tim Penyelia Modul Ibu Prof. Dr. Anah Suhaenah Suparno dan Ibu Dr. Ch. Ismaniati yang telah membantu memberikan saran dan masukan selama penyusunan agar modul lebih sempurna.

Jakarta, November 2019

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
PENGANTAR	1
KEGIATAN BELAJAR 1	5
PENDAHULUAN	5
INTI.....	8
1. Capaian pembelajaran	8
2. Sub Capaian Pembelajaran	8
3. Pokok-pokok Materi	8
4. Uraian materi	8
a. Pengertian Pembelajaran STEAM	8
b. Prinsip-Prinsip Pembelajaran STEAM.....	18
c. Pembelajaran STEAM menggunakan Model Problem Based Learning	22
d. Pembelajaran STEAM Berpusat pada Proyek.....	29
e. Tantangan-Tantangan dalam Pembelajaran STEAM	32
5. Forum Diskusi	34
PENUTUP.....	35
1. Rangkuman	35
2. Tes Formatif.....	36
3. Daftar Pustaka	38
KEGIATAN BELAJAR 2	43
PENDAHULUAN	43
INTI.....	46
1. Capaian Pembelajaran	46
2. Sub Capaian Pembelajaran	46
3. Pokok-Pokok Materi.....	46
4. Uraian Materi.....	46
a. Pengertian Neurosains, Kapasitas dan Fungsi Bagian Otak Manusia... 46	
b. Cara Otak Kita Belajar	53
c. Prinsip-prinsip pembelajaran berbasis Neurosains	56
d. Tahap-tahap pembelajaran berbasis neurosains	59

5. Forum Diskusi	66
PENUTUP	67
1. Rangkuman	67
2. Tes Formatif.....	70
3. Daftar Pustaka.....	73
KEGIATAN BELAJAR 3	77
PENDAHULUAN	77
INTI	80
1. Capaian Pembelajaran	80
2. Indikator Capaian Pembelajaran	80
3. Pokok-pokok materi.....	80
4. Uraian materi	80
a. Konsep dan Prinsip Pembelajaran Digital.....	80
b. Pemanfaatan Pembelajaran Digital	86
c. Ragam Pembelajaran Digital	89
5. Forum diskusi	97
PENUTUP	99
1. Rangkuman	99
2. Tes formatif.....	99
3. Daftar pustaka.....	103
KEGIATAN BELAJAR 4	107
PENDAHULUAN	107
INTI	110
1. Capaian pembelajaran.....	110
2. Sub capaian pembelajaran.....	110
3. Pokok-pokok materi.....	110
4. Uraian materi	110
a. Pengertian Pembelajaran ‘ <i>Blended Learning</i> ’	110
b. Karakteristik pembelajaran ‘ <i>Blended Learning</i> ’	113
c. Model-model pembelajaran ‘ <i>Blended Learning</i> ’	113
d. Merancang model pembelajaran ‘ <i>Blended Learning</i> ’	123
5. Forum Diskusi	133
PENUTUP	135
1. Rangkuman	135
2. Tes formatif.....	136
3. Daftar pustaka.....	139
TUGAS AKHIR	141

TES SUMATIF	142
KUNCI JAWABAN TES FORMATIF KB1-KB4.....	147

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Definisi bidang STEAM	11
Gambar 2. Pendekatan terpisah (<i>silo</i>) pada STEAM.....	12
Gambar 3. Pendekatan tertanam (<i>embeded</i>) pada STEAM.....	12
Gambar 4. Pendekatan terpadu (<i>integrated</i>) pada STEAM.....	13
Gambar 5. Kerangka kerja pendidikan interdisipliner STEAM(National Academy, 2014).....	19
Gambar 6. Kegiatan pembelajarn PBL-STEAM.....	27
Gambar 7. Masalah-masalah STEAM dalam kehidupan nyata.....	28
Gambar 8. Otak Manusia.....	43
Gambar 9. Batang Otak	50
Gambar 10. Sistem Limbik	50
Gambar 11. Sistem Korteks.....	51
Gambar 12. Sel Saraf (Neuron) dan sel Glial.....	51
Gambar 13. Fungsi otak kanan dan otak kiri.....	57
Gambar 14. peta konsep spesies kalajengking	63
Gambar 15. Prinsip-Prinsip Mobile Learning	92
Gambar 16. Data Pengguna Media Sosial Per Bulan Tahun 2019	93
Gambar 17. Siklus Game Based Learning.....	95
Gambar 18. Cloud Computing Service.....	97
Gambar 19. Ilustrasi Model Pembelajaran Blended Learning	114
Gambar 20. Ilustrasi Model Pembelajaran Station Rotation	115
Gambar 21. Ilustrasi model kelas Station Rotation	116
Gambar 22. Ilustrasi Model Kelas lab/whole group rotation	117
Gambar 23. Ilustrasi Model Pembelajaran Flipped Classroom.....	118
Gambar 24. Ilustrasi Model Kelas flipped (Flipped Classroom).....	118
Gambar 25. Ilustrasi Model Kelas Rotasi Individu (Individual Rotation)	119
Gambar 26. Ilustrasi Model Pembelajaran Flex	120
Gambar 27. Ilustrasi Model Kelas Flex.....	121
Gambar 28. Ilustrasi Model Kelas Self-Blend.....	122
Gambar 29. Ilustrasi Model Kelas Enriched-Virtual.....	123
Gambar 30. Unsur-Unsur Model Pembelajaran Blended Learning	124
Gambar 31. Jenis-Jenis Interaksi dalam Pembelajaran Model Blended Learning	125
Gambar 32. Kombinasi interaksi antara orang dengan teknologi baik secara langsung (tatap muka) maupun secara online.....	125
Gambar 33. Penyelerasan Tujuan Pembelajaran, Penilaian, dan Kegiatan Pembelajaran	128

Gambar 34. Tampilan depan platform Keytoschool	131
Gambar 35. Tampilan halaman depan platform Edmodo	132

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbedaan Integrasi Multidisiplin dan Interdisiplin	14
Tabel 2. Definisi Literasi STEAM	18
Tabel 3. Prinsip-prinsip Pembelajaran pada STEAM	20
Tabel 4. Fungsi-fungsi Pokok Bagian Otak	52
Tabel 5. Contoh Format Tabel untuk Menyusun Komponen Pembelajaran Model Blended Learning	128

PENGANTAR

Saudara mahasiswa, bagaimana kabar Anda saat ini? Semoga Anda selalu dalam keadaan sehat sehingga dapat belajar dengan baik. Saat ini Anda tengah membaca Modul 3 pada Mata kuliah Pedagogik dalam Pendidikan Profesi Guru (PPG) dalam jabatan. Sebagai guru profesional, guru tentu wajib memiliki serangkaian kompetensi, yakni seperangkat pengetahuan, keterampilan dan perilaku yang harus dimiliki, dihayati dan dikuasai oleh guru dalam melaksanakan tugas keprofesionalannya. Hal ini menunjukkan bahwa kompetensi yang harus dimiliki oleh guru dalam melaksanakan tugas keprofesionalannya adalah kompetensi yang utuh dan integrative yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan dan perilaku. Salah satu kompetensi tersebut adalah kompetensi pedagogik yang berkenaan dengan penguasaan teoritis dan proses aplikasinya dalam pembelajaran.

Saudara Mahasiswa, tujuan akhir yang diharapkan Anda capai setelah mempelajari modul 3 ini adalah Anda dapat menerapkan konsep dan prinsip pembelajaran Inovatif untuk mengembangkan pembelajaran efektif abad 21. Secara lebih khusus, setelah mempelajari modul ini, Anda diharapkan dapat :

1. menerapkan pembelajaran STEAM sesuai dengan konsep dan prinsip pembelajaran dengan tepat.
2. menerapkan tahap-tahap dan prinsip pembelajaran berbasis Neurosains dalam pembelajaran di kelas.
3. menerapkan pembelajaran digital dalam praktek pembelajaran di kelas.
4. menerapkan konsep, karakteristik, ragam model pembelajaran *blended learning* dalam pembelajaran.

Modul 3 ini berjudul Pembelajaran Inovatif yang akan disajikan dalam 4 Kegiatan belajar, yaitu :

Kegiatan Belajar 1: Pembelajaran STEAM

Kegiatan Belajar 2: Pembelajaran berbasis *Neurosains*

Kegiatan Belajar 3: Pembelajaran Digital

Kegiatan Belajar 4: Pembelajaran “Blended Learning”

Untuk membantu Anda dalam mempelajari modul ini, ikutilah beberapa petunjuk belajar berikut ini :

1. Bacalah dengan cermat bagian pendahuluan modul ini sampai Anda benar-benar memahami secara tuntas tentang apa, untuk apa dan bagaimana mempelajari isi modul.
2. Bacalah sepintas bagian demi bagian lalu temukan kata-kata kunci dari kata-kata yang Anda anggap baru. Carilah dan baca pengertian kata-kata kunci tersebut dalam kamus.
3. Tangkaplah pengertian demi pengertian dari isi modul ini melalui pemahaman sendiri dan tukar pikiran dengan mahasiswa lain atau dengan tutor Anda dalam kegiatan tutorial *online*.
4. Untuk memperluas wawasan, baca, dan pelajari sumber-sumber lain yang relevan. Anda dapat menemukan bacaan dari berbagai sumber, termasuk dari internet.
5. Mantapkan pemahaman Anda dengan mengerjakan latihan dalam modul dan melalui kegiatan diskusi dengan mahasiswa lainnya atau teman sejawat.
6. Jangan dilewatkan untuk mencoba menjawab soal-soal yang telah disediakan pada setiap akhir kegiatan belajar. Hal ini berguna untuk mengetahui apakah Anda sudah memahami dengan benar kandungan modul ini.

Selamat belajar!

MODUL 3

KEGIATAN BELAJAR 1

PEMBELAJARAN STEAM

(SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ART, AND MATHEMATICS)

**KEGIATAN BELAJAR 1:
PEMBELAJARAN STEAM
(SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ART, AND MATHEMATICS)**

PENDAHULUAN

Dalam kegiatan belajar 1 ini, Saudara Mahasiswa akan mengkaji pengertian, tujuan, dan fungsi pembelajaran inovatif STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics*). Saudara juga akan mengkaji prinsip-prinsip apa saja yang sebaiknya dipertimbangkan dalam menerapkan pembelajaran STEAM, dan tantangan apa saja yang selama ini dihadapi para guru saat menerapkan pembelajaran STEAM.

Ada banyak model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pembelajaran STEAM. Salah satu model yang sering digunakan guru adalah model pembelajaran *Problem Based Learning*. Oleh karena itu pada kegiatan pembelajaran 1 modul 3 ini, Saudara juga akan diajak mempelajari bagaimana langkah penerapan model tersebut secara operasional ke dalam pembelajaran STEAM. Untuk memudahkan Anda dalam memahami penerapan pembelajaran STEAM, dalam kegiatan pembelajaran 1 ini akan diberikan contoh terkait desain pembelajaran STEAM menggunakan model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning*.

Saudara mahasiswa, perlu Anda ketahui bahwa pentingnya penerapan pembelajaran STEAM di berbagai level pendidikan bermula dari tantangan dunia kerja di abad 21 ini yang membutuhkan kualitas sumber daya manusia di bidang STEAM. Pekerjaan-pekerjaan saat ini dan di masa yang akan datang membutuhkan pemahaman dan keterampilan di bidang STEAM mulai dari memahami diagnosis medis, mengevaluasi perkembangan gaya hidup dan lingkungan, hingga mengelola kegiatan sehari-hari dengan beragam aplikasi berbasis komputer. Dalam bidang seni misalnya, pekerjaan seperti membuat alat musik juga perlu menerapkan STEAM agar dapat menghasilkan alat musik sesuai yang diharapkan. Pembuat alat musik perlu menguasai sains agar dapat menghasilkan alat musik yang berirama;

perlu menguasai teknologi tentang cara membuat alat musik; perlu menguasai teknik mengatur tangga nada; perlu menguasai seni keindahan musik untuk dapat menghasilkan tangga nada yang benar; dan perlu menguasai matematika untuk dapat menghitung harga material sebuah alat musik. Saudara Mahasiswa, seiring dengan perkembangan jaman, tren kehidupan masyarakat pun berkembang menuju ke tingkatan STEAM yang lebih tinggi.

Pembelajaran STEAM ini dikaji dengan tujuan; Saudara mahasiswa sebagai guru nantinya akan dapat menggunakan pendekatan pedagogi yang mampu memadukan ilmu sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika yang sesuai tantangan dunia kerja di abad 21. Dengan menguasai pembelajaran inovatif STEAM diharapkan Saudara mahasiswa sebagai guru akan mampu menghantarkan peserta didik untuk memiliki kemampuan memecahkan masalah-masalah yang mereka hadapi secara kritis, kreatif, komunikatif dan kolaboratif sesuai tuntutan dunia kerja abad 21. Dengan demikian, kualitas proses pembelajaran yang Saudara mahasiswa lakukan nantinya dapat terus ditingkatkan sesuai tuntutan perkembangan jaman.

Panduan Belajar

Saudara mahasiswa, supaya Anda dapat memahami kegiatan belajar 1 dengan baik serta mencapai capaian pembelajaran yang diharapkan, perhatikanlah petunjuk belajar berikut.

1. Pelajarilah isi modul dengan sungguh-sungguh. Jika ada uraian materi yang belum dapat dimengerti maka tanyakan kepada tutor.
2. Supaya belajar Saudara dapat terarah, bacalah dengan seksama apa capaian dan sub capaian pembelajaran kegiatan belajar yang dipelajari.
3. Tandailah bagian-bagian materi yang Saudara anggap penting.
4. Buka dan pelajari setiap *link* yang ada untuk menambah pemahaman Saudara terkait materi yang dipelajari dalam kegiatan belajar pada modul ini.
5. Putarlah video yang ada terkait materi di dalam modul ini agar Saudara dapat memahami isi materi pada kegiatan ini secara lebih jelas dan konkret.

6. Pahami tugas yang harus didiskusikan dengan teman-temanmu pada bagian forum diskusi. Gunakan pengetahuan dan pengalaman Saudara sebelumnya untuk mendiskusikan penyelesaian masalah yang diberikan dalam forum diskusi tersebut.
7. Baca bagian rangkuman materi untuk lebih memahami substansi materi dari materi kegiatan belajar yang sudah Saudara pelajari dan diskusikan.
8. Kerjakan tes formatif dengan sungguh-sungguh dan gunakan rambu-rambu dan kunci jawaban untuk menilai apakah jawaban Saudara sudah memadai atau belum.

INTI

1. Capaian pembelajaran

Setelah mempelajari keseluruhan materi pada Kegiatan Belajar 1 Modul 3 ini, Saudara mahasiswa diharapkan dapat menerapkan pembelajaran STEAM sesuai dengan konsep dan prinsip pembelajaran dengan tepat.

2. Sub Capaian Pembelajaran

Setelah mempelajari materi dalam KB 1 modul 3 ini, secara lebih rinci diharapkan Saudara mahasiswa dapat:

- a. Menjelaskan pengertian, tujuan, dan fungsi pembelajaran STEAM
- b. Menjelaskan prinsip-prinsip pembelajaran STEAM
- c. Menjelaskan tantangan-tantangan dalam penerapan pembelajaran STEAM
- d. Menerapkan pembelajaran STEAM menggunakan Model *Problem Based Learning*
- e. Menerapkan pembelajaran inovatif STEAM berpusat pada proyek

3. Pokok-pokok Materi

- a. Pengertian, tujuan, dan fungsi pembelajaran STEAM
- b. Prinsip-prinsip pembelajaran STEAM
- c. Tantangan-tantangan dalam penerapan pembelajaran STEAM
- d. Pembelajaran STEAM menggunakan Model *Problem Based Learning*
- e. Pembelajaran STEAM berpusat pada proyek

4. Uraian materi

a. Pengertian Pembelajaran STEAM



Saudara mahasiswa mungkin bertanya apa sebenarnya yang dimaksud pembelajaran STEAM, dan apakah pembelajaran di Indonesia selama ini sudah ada yang membangun budaya pembelajaran yang merujuk pada STEAM? Seperti apakah pembelajaran STEAM itu?

Saudara mahasiswa, perlu Anda ketahui bahwa pembelajaran STEAM merupakan singkatan dari pembelajaran *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics*. STEAM dikenal di Indonesia dengan *Sciences* sebagai Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), *Technology* sebagai ilmu teknologi, *Engineering* sebagai ilmu teknik, *Art* sebagai ilmu seni, seperti seni musik, seni lukis, dan seni kriya, serta *Mathematics* sebagai ilmu matematika. Di dalam modul ini, singkatan dari STEAM kita sesuaikan dalam bahasa Indonesia agar lebih mudah Anda pahami.

Saudara mahasiswa, Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) adalah kajian fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran untuk menjelaskan secara objektif alam yang selalu berubah. IPA menjadi salah satu dasar dari ilmu teknologi. Ruang lingkup IPA terbatas pada berbagai hal yang dapat dipahami oleh indera seperti penglihatan, sentuhan, pendengaran, rabaan, dan pengecapan. Mempelajari IPA dapat mengasah peserta didik memperoleh pengetahuan melalui pembelajaran dan penyelidikan atau pembuktian.

Teknologi adalah inovasi-inovasi manusia yang digunakan untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan manusia dalam bentuk peranti keras maupun cara strategis. Penggunaan teknologi oleh manusia diawali dengan perubahan sumber daya alam menjadi alat-alat sederhana. Segala sesuatu yang menjadi teknologi bermula dari penemuan-penemuan yang tidak terlepas dari kegagalan, sehingga mempelajari bagaimana menciptakan teknologi berarti juga mengasah daya kritis peserta didik dalam menemukan inovasi.

Teknik adalah penerapan ilmu dan teknologi untuk menyelesaikan permasalahan manusia. Teknik dapat berupa praktik untuk mendesain dan mengkonstruksi mesin, peralatan, sistem, material, dan proses yang bermanfaat bagi manusia secara ekonomis dan ramah lingkungan. Teknik merupakan aplikasi kreatif dari prinsip IPA untuk merancang atau mengembangkan rangka mesin maupun alat-alat suatu proses tertentu.

Seni adalah segala sesuatu yang diciptakan oleh manusia yang mengandung unsur keindahan dan mampu membangkitkan perasaan dirinya sendiri maupun orang lain. Seni juga dapat dimaknai sebagai keahlian membuat karya yang

bermutu (ditinjau dari kehalusannya, fungsinya, bentuknya, keindahannya, dan sebagainya).

Matematika adalah ilmu tentang pola-pola dan hubungan-hubungan yang menyediakan bahasa bagi teknologi, IPA, dan teknik. Matematika juga merupakan ilmu yang mempelajari keteraturan pola dan hubungannya.

Saudara Mahasiswa, pembelajaran STEAM yang merupakan perkembangan dari pembelajaran STEM yang menggabungkan Seni didalamnya. Setelah keterampilan teknis tingkat tinggi tertentu tercapai, sains dan seni cenderung menyatu dalam estetika, plastisitas, dan bentuk. Ilmuwan terhebat adalah seniman juga.

Perlunya memperluas proses berpikir di luar disiplin STEM tradisional untuk memasukkan seni dan desain ditangani oleh Georgette Yakman yang menggambarkan STEAM sebagai "sains dan teknologi yang ditafsirkan melalui teknik dan seni, semua berbasis unsur matematika. Yakman menjelaskan STEAM sebagai kerangka kerja untuk mengajar lintas disiplin ilmu, dan sebagai sebuah pendekatan holistik integratif.

STEAM

- **IPA**

- a. kajian tentang fenomena alam
- b. melibatkan observasi dan pengukuran untuk menjelaskan secara objektif alam yang selalu berubah
- c. untuk memahami alam semesta yang merupakan dasar dari teknologi.

- **Teknologi**

- a. inovasi-inovasi manusia
- b. digunakan untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia
- c. membuat kehidupan lebih baik dan lebih aman

- **Teknik**

- a. penerapan ilmu dan teknologi
- b. untuk mendesain dan mengkonstruksi aplikasi kreatif, mesin, peralatan, sistem, material, dan proses yang bermanfaat bagi manusia secara ekonomis dan ramah lingkungan

- **Seni**

- a. keahlian membuat karya yang bermutu

- **Matematika**

- a. ilmu tentang pola-pola dan hubungan-hubungan
- b. menyediakan bahasa bagi teknologi, IPA, dan teknik

Gambar 1. Definisi bidang STEAM

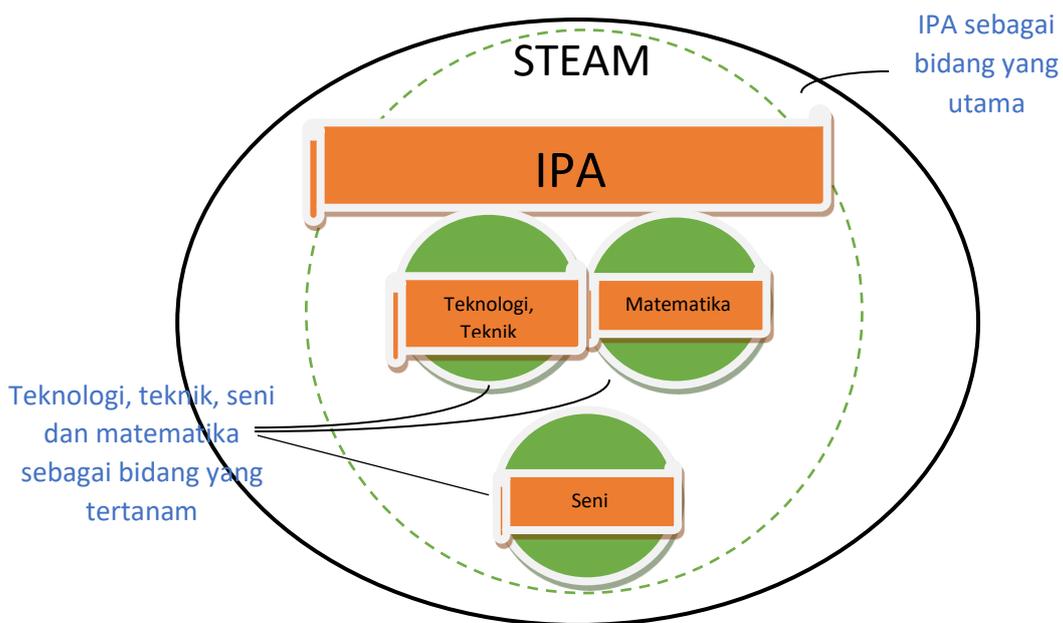
Lantas bagaimana praktik pembelajaran yang bertema STEAM di Indonesia? Di Indonesia tema STEAM diterjemahkan secara terpisah dan dijadikan acuan bidang studi tersendiri yang memiliki karakteristik tertentu. Ada pembelajaran khusus IPA maupun Matematika yang sudah diajarkan kepada peserta didik sejak pendidikan dasar dan disesuaikan tingkat kesulitannya. Bidang studi Teknologi dipelajari secara spesifik pada perguruan tinggi, misalnya Teknologi Pendidikan maupun Teknologi Pangan. Begitu juga ilmu teknik mulai dipelajari secara khusus ketika di pendidikan menengah kejuruan. Praktik pembelajaran tersebut menggunakan pendekatan terpisah (*silo*), dimana setiap disiplin STEAM diajarkan secara terpisah untuk menjaga domain pengetahuan dalam batas-batas dari masing-masing disiplin (Asmuniv, 2015). Pada pendekatan *silo*, pembelajaran bertumpu pada masing-masing bidang pelajaran sehingga memungkinkan peserta didik untuk

mendapatkan pemahaman yang mendalam dan dilakukan penilaian pada tiap bidang pelajaran STEAM (Juniaty, Siti, Supriyono:2016). Misalnya bidang pelajaran IPA diajarkan terpisah dengan Matematika, teknik, seni, maupun teknologi. Masing-masing bidang pelajaran berdiri sendiri. Perhatikan gambar berikut untuk memperjelas penjelasan di atas.



Gambar 2. Pendekatan terpisah (*silo*) pada STEAM

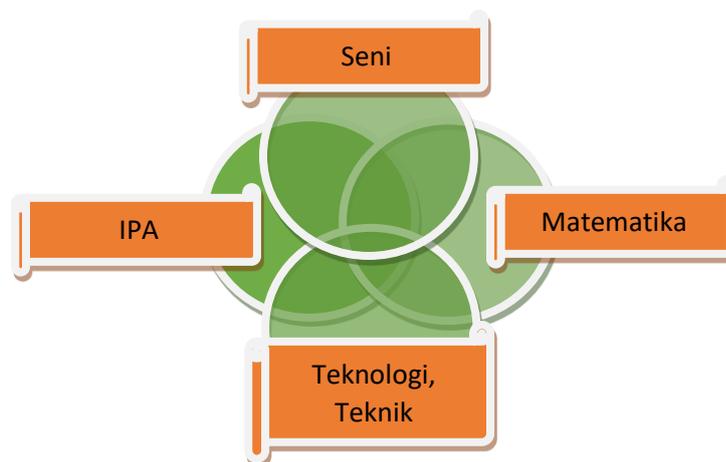
Pada konteks pendekatan pembelajaran inovatif, STEAM tidak lagi dipandang sekadar bidang pelajaran yang terpisah-pisah. Pendekatan pembelajaran STEAM harus dipandang sebagai kerangka konseptual yang melukiskan prosedur yang sistematis. Pendekatan pembelajaran STEAM harus mengorganisasikan pengalaman belajar untuk mencapai tujuan belajar STEAM secara tertanam (*embedded*) maupun terpadu (*integrated*).



Gambar 3. Pendekatan tertanam (*embeded*) pada STEAM

Berdasarkan gambar di atas, pendekatan tertanam (*embedded*) pada STEAM lebih menekankan untuk mempertahankan keaslian materi pelajaran yang menjadi bidang utama, tidak fokus pada mata pelajaran yang tertanam, dan materi pada pendekatan tertanam tidak dirancang untuk dievaluasi atau dinilai. Bidang IPA setidaknya terdiri dari satu atau lebih bidang pelajaran tertanam dalam konteks yang lain (misalnya matematika dan teknologi). Pendekatan tertanam berbeda dengan pendekatan *silo* dari segi penilaian. Jika pendekatan *silo* menilai masing-masing bidang STEAM (karena dianggap semua bidang adalah utama) sedangkan pendekatan tertanam, penilaian hanya difokuskan pada bidang yang utama dan bidang yang tertanam pada bidang utama tidak dinilai (Juniaty, Siti, Supriyono:2016).

Sedikit berbeda dengan pendekatan tertanam (*embedded*), pendekatan terpadu (*integrated*) memungkinkan setiap bidang STEAM diajarkan seolah-olah terpadu dalam satu bidang studi. Pendekatan pendidikan STEAM terpadu (*integrated*) bertujuan untuk menghapus dinding pemisah antara masing-masing bidang STEAM pada pendekatan *silo* dan pendekatan tertanam (*embedded*). Perhatikan gambar berikut!



Gambar 4. Pendekatan terpadu (*integrated*) pada STEAM

Pendidikan STEAM yang dilaksanakan secara terpadu diajarkan seolah-olah dalam satu subjek pelajaran. Pendekatan terpadu dapat dilakukan dengan minimal

dua disiplin ilmu. Garis lingkaran yang saling memotong menunjukkan berbagai pilihan ilmu yang terlibat dalam pendekatan terpadu agar tercipta integrasi *multidisiplin* maupun *interdisiplin*. Pendekatan terpadu diharapkan dapat meningkatkan minat peserta didik pada bidang STEAM, apalagi dimulai sejak sekolah dasar (Juniaty, Siti, Supriyono:2016). Peserta didik dapat menghubungkan materi dari berbagai bidang STEAM dengan keterampilan berpikir kritis, keterampilan pemecahan masalah, dan pengetahuan untuk mencapai kesimpulan.

Perbedaan integrasi *multidisiplin* dengan *interdisiplin* terletak pada bagaimana strategi menggabungkan konten pelajaran. Baik integrasi *multidisiplin* dan *interdisiplin*, keduanya dapat diimplementasikan secara bergantian pada pembelajaran STEAM.

Tabel 1. Perbedaan Integrasi Multidisiplin dan Interdisiplin

Integrasi <i>Multidisiplin</i>	Integrasi <i>Interdisiplin</i>
Menghubungkan konten dari berbagai mata pelajaran berbeda pada saat yang tidak bersamaan.	Menggabungkan konten lintas-kurikuler dengan berpikir kritis, kemampuan memecahkan masalah, dan pengetahuan untuk mencapai kesimpulan.
Memfokuskan peserta didik untuk menghubungkan konten dari pelajaran tertentu.	Memfokuskan perhatian peserta didik pada masalah dan menggabungkan konten dan keterampilan dari berbagai bidang.

Pola integrasi yang mungkin dilaksanakan tanpa melakukan restrukturisasi (mengubah secara struktural) kurikulum pendidikan dasar dan menengah di Indonesia adalah dengan pendekatan terpadu (*integrated*) yang dilakukan pada jenjang sekolah dasar, dan pendekatan tertanam (*embedded*) pada jenjang sekolah menengah (Juniaty, Siti, Supriyono:2016). Pola pendekatan terpadu (*integrated*), secara teorinya relatif lebih mudah dilakukan pada jenjang sekolah dasar karena siswa masih diajar oleh seorang guru kelas yang menguasai semua mata pelajaran

(PPPPTK IPA, 2018). Adapun pola pendekatan tertanam (*embedded*) pada STEAM ada yang menyebutnya sebagai pola **terinkorporasi (*incorporated*)** yang bisa berupa mengenalkan prinsip dan konsep teknik, teknologi dan matematika sebagai materi pendamping dengan IPA sebagai materi utama (PPPPTK IPA, 2018).

Berdasarkan kajian tentang konsep pembelajaran STEAM dan pendekatan implementasinya, dapat ditarik suatu simpulan sebagai berikut:

Pembelajaran STEAM merupakan suatu pendekatan pembelajaran interdisipliner yang inovatif dimana IPA, teknologi, teknik, seni dan matematika diintegrasikan dengan fokus pada proses pembelajaran pemecahan masalah dalam kehidupan nyata, pembelajaran STEAM memperlihatkan kepada peserta didik bagaimana konsep-konsep, prinsip-prinsip IPA, teknologi, teknik, dan matematika digunakan secara terpadu untuk mengembangkan produk, proses, dan sistem yang memberikan manfaat bagi kehidupan manusia yang kompetitif (Sahih, 2015).

b. Tujuan dan Fungsi Pembelajaran STEAM



Setelah Saudara Mahasiswa mengetahui definisi tiap bidang STEAM, maka Anda perlu mengetahui mengapa pembelajaran STEAM diperlukan. Apa tujuan yang ingin dicapai dalam pembelajaran STEAM?

Kemunculan pembelajaran STEAM sebagai pendekatan pembelajaran di Indonesia karena terilhami dari negara Amerika yang khawatir kualitas sumber daya manusia tidak memadai dalam bidang IPA, teknologi, teknik, dan matematika. Pembelajaran STEAM termasuk pendekatan pembelajaran inovatif karena dianggap mutakhir di era industri 4.0. yang mampu mendukung 4 (empat) keterampilan dasar seperti berpikir kritis (*critical thinking*), berkreaitivitas (*creativity*), berkomunikasi (*communication*), dan berkolaborasi (*collaboration*).

Indonesia, berdasarkan berbagai penelitian positif terhadap STEAM, mulai mengintegrasikan STEAM ke dalam pembelajaran pedagogi.

Ilmu pengetahuan (IPA), matematika, dan teknologi adalah prestasi budaya yang mencerminkan kemanusiaan masyarakat, kekuatan ekonomi, dan merupakan aspek fundamental dari kehidupan kita sebagai warga negara, pekerja, konsumen, dan orang tua (NRC, 2011). Pekerjaan-pekerjaan saat ini dan di masa yang akan datang membutuhkan pemahaman dan keterampilan di bidang STEAM. Mulai dari memahami diagnosis medis, mengevaluasi perkembangan gaya hidup dan lingkungan hingga mengelola kegiatan sehari-hari dengan beragam aplikasi berbasis komputer. Tren kehidupan masyarakat berkembang menuju ke tingkatan STEAM yang lebih tinggi.

Macquarie University, peringkat 9 (sembilan) universitas terbaik di Australia dan meraih bintang 5 (lima) dari *QS World University Ranking*, memetakan program studi dan pekerjaan yang paling dibutuhkan pada tahun 2020. Pekerjaan tersebut antara lain ada di bidang teknik informasi, akuntansi, bisnis, matematika, ilmu kesehatan, psikologi, desain komunikasi, media, teknik, hukum, dan guru (Yohanes, 2018). Indonesia harus melakukan transformasi struktural untuk menanggapi pemetaan tersebut terutama pada pengembangan keterampilan bidang STEAM pada manusianya. Seperti yang pernah dilakukan Indonesia hingga tahun 2010 yaitu beralih dari sektor pertanian menuju sektor jasa (ILO, 2012).

Tantangan dunia kerja yang membutuhkan kualitas SDM di bidang STEAM menjadi salah satu alasan peneliti, tenaga pendidik, kementerian pendidikan Indonesia untuk mengintegrasikan STEAM ke dalam pembelajaran. Dalam hal ini, Saudara dapat mendalami bagaimana STEAM sebagai pendekatan pembelajaran inovatif yang dapat diintegrasikan ke dalam model pembelajaran yang relevan seperti *problem based learning* maupun *discovery learning*.

Penelitian para akademisi maupun organisasi pemerintah terhadap efek pengajaran dan pembelajaran STEAM pada kompetensi peserta didik telah banyak diselenggarakan dan dipublikasikan. Indonesia memberikan hibah khusus untuk penelitian bidang STEAM di tingkat pendidikan dasar hingga pendidikan tinggi. *National Research Council* (NRC) milik Amerika Serikat telah merumuskan tujuan

pengajaran STEAM yang efektif untuk menumbuhkan "keingintahuan, keterampilan kognitif penalaran berbasis bukti, dan pemahaman dan apresiasi dari proses penyelidikan ilmiah" (Sahih, 2015). Pembelajaran STEAM dapat juga memberikan efek bagi siswa untuk lebih berpikir kritis, menghargai kearifan lokal, dan leluasa melakukan eksplorasi (Indri, 2017; Farah, 2017; Nailul, 2018).

Pembelajaran STEAM muncul ditujukan agar semua gender terlibat dalam pembelajaran. Baik laki-laki maupun perempuan memiliki kesempatan yang sama dalam mengasah keterampilan bidang STEAM. Tidak menutup kemungkinan pekerjaan-pekerjaan di bidang keteknikan yang selama ini didominasi oleh laki-laki, dapat juga dilakukan oleh perempuan yang memiliki kapasitas yang memadai (YJP, 2016).

Tujuan pembelajaran STEAM dapat mengasah tingkat literasi STEAM pada peserta didik. Literasi STEAM menjadi tujuan yang dapat dicapai oleh peserta didik maupun pendidik. Bagi peserta didik, literasi STEAM akan berguna dalam perkembangan kehidupannya dan bagi pendidik literasi STEAM bermanfaat menunjang kinerja mendidik generasi yang kompetitif dan kolaboratif.

Literasi STEAM mengacu pada kemampuan individu untuk menerapkan pemahaman tentang bagaimana ketatnya persaingan bekerja di dunia nyata yang membutuhkan empat bidang STEAM yang saling terkait (Asmuniv, 2015). *National Governors Association Center for Best Practices* milik Amerika (dalam Asmuniv, 2015) mendefinisikan literasi STEAM menurut masing-masing lima bidang STEAM.

Tabel 2. Definisi Literasi STEAM

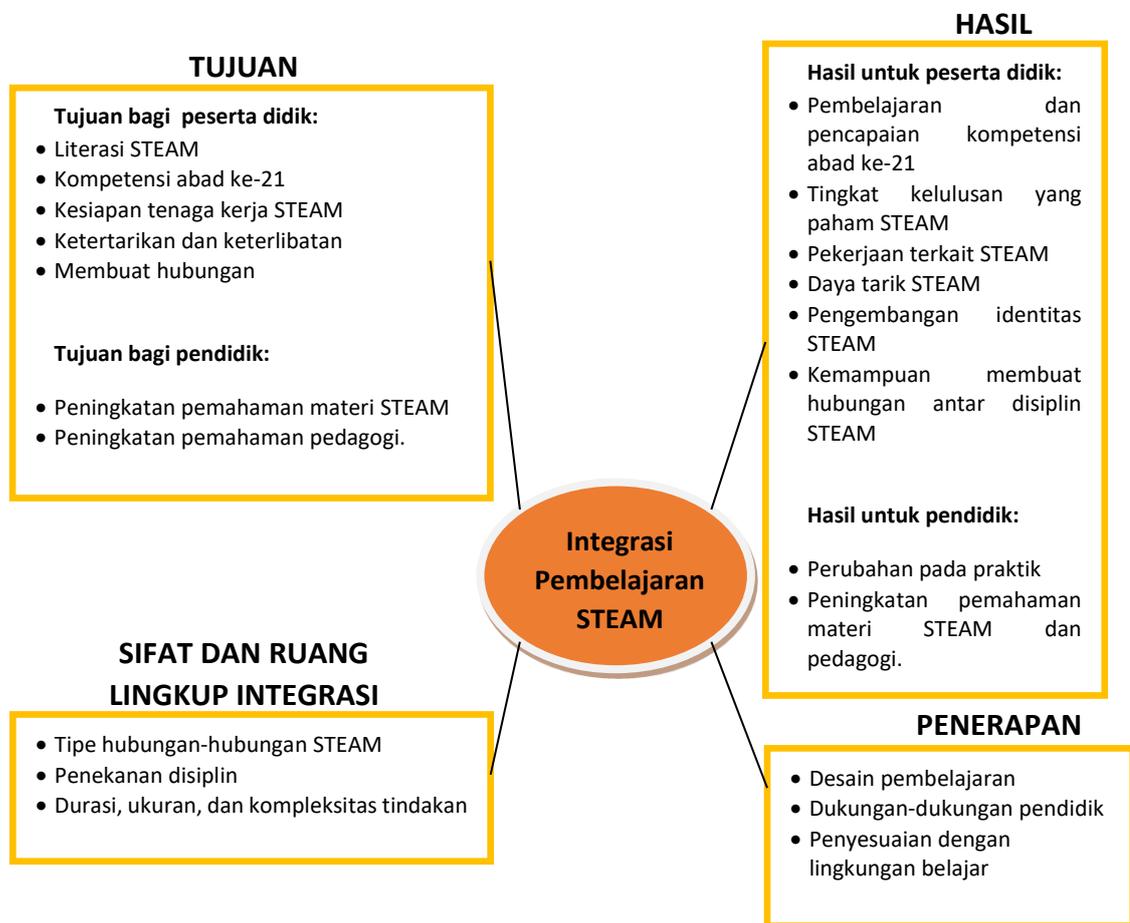
Bidang STEAM	Literasi
<i>Science</i> (Sains)	Literasi IPA : kemampuan dalam mengidentifikasi informasi ilmiah, merumuskan dan menganalisis masalah, melakukan eksperimen dengan metode ilmiah, mengumpulkan data dan menganalisisnya menuju sebuah simpulan, lalu mengaplikasikannya dalam dunia nyata yang juga mempunyai peran dalam mencari solusi.
<i>Technology</i> (Teknologi)	Literasi teknologi : keterampilan dalam menggunakan berbagai teknologi, belajar mengembangkan teknologi, menganalisis teknologi dapat mempengaruhi pemikiran siswa dan masyarakat.
<i>Engineering</i> (Teknik)	Literasi teknik : kemampuan dalam mengembangkan teknologi dengan desain yang lebih kreatif dan inovatif melalui penggabungan berbagai bidang keilmuan.
<i>Art</i>	Literasi seni : kemampuan dalam menulis, komunikasi, puisi, presentasi video, membuat model.
<i>Mathematics</i> (Matematika)	Literasi matematika : kemampuan dalam menganalisis dan menyampaikan gagasan, rumusan, menyelesaikan masalah secara matematik dalam pengaplikasiannya.

Literasi STEAM menjadi acuan dalam mengembangkan keterampilan memecahkan masalah dan melakukan perilaku ilmiah. Ciri khas dari perilaku ilmiah adalah menemukan masalah untuk diberikan solusi dalam kehidupan masyarakat dengan standar ilmiah. Agar masyarakat kita memiliki kapasitas dalam literasi STEAM, maka pendidikan saat ini perlu menerapkan pendekatan pembelajaran STEAM. Saudara mahasiswa, agar Anda lebih mendalami implementasi pembelajaran STEAM, tekan tombol Ctrl pada keyboard komputer Anda dan klik link video berikut <http://page.video/steam1>.

c. Prinsip-Prinsip Pembelajaran STEAM

Sebab pembelajaran STEAM diposisikan sebagai pendekatan pembelajaran yang dapat dilaksanakan secara terpadu atau terintegrasi, berikut bagaimana STEAM dapat diintegrasikan. Kita dapat melakukan visualisasi sifat interdisipliner

pendidikan STEAM di mana tujuan, hasil, integrasi dan implementasi didefinisikan secara jelas dalam keahlian disiplin, dan praktik di dalam dan di seluruh STEAM:



Gambar 5. Kerangka kerja pendidikan interdisipliner STEAM(National Academy, 2014)

Pengintegrasian pembelajaran STEAM dapat dilakukan berdasarkan tujuan pelaksanaan dan hasil pembelajaran yang dapat dikenakan kepada peserta didik maupun pendidik. Peserta didik diharapkan dapat menguasai literasi STEAM, kompetensi abad 21, kesiapan kerja bidang STEAM, minat dan hubungan bidang STEAM. Pendidik perlu meningkatkan pemahaman tentang materi STEAM dan bagaimana STEAM dapat dibelajarkan melalui ilmu pedagogi agar peserta didik menjadi kompeten.

Kompetensi STEAM bagi pendidik maupun peserta didik dapat diwujudkan melalui perancangan pembelajaran, dukungan setiap pendidik, dan disesuaikan

dengan konteks dunia nyata. Perancangan pembelajaran dapat diwujudkan ke dalam bentuk dokumen RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran) atau *lesson plan*. Dukungan tiap pendidik dapat berupa terlibat aktif dalam pelatihan demi meningkatkan kapasitas pendidik. Pembelajaran juga harus kontekstual dengan cara melibatkan peserta didik dalam masalah-masalah kehidupan sehari-hari.

Agar pembelajaran STEAM dapat berjalan lebih efektif dan dapat mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan, Saudara perlu mengetahui prinsip-prinsip pembelajaran yang berlaku dalam pembelajaran STEAM. Prinsip-prinsip pembelajaran STEAM antara lain (Arassh, 2013):

Tabel 3. Prinsip-prinsip Pembelajaran pada STEAM

Prinsip	Penerjemahannya	Contoh
Prinsip perhatian dan motivasi	Apa yang dipelajari dan seberapa banyak yang dipelajari, dipengaruhi oleh motivasi peserta didik. Sedangkan motivasi dipengaruhi oleh kondisi emosional, minat, maupun kebiasaan berpikir peserta didik (Schunk, 2012).	Pendidik menunjukkan masalah yang kontekstual dan menggugah minat peserta didik untuk termotivasi menyelesaikan masalah tersebut. Seperti bagaimana merancang kemasan telur-telur agar tidak mudah pecah dengan memanfaatkan tali plastik.
Prinsip keaktifan	Peserta didik melakukan kegiatan secara sadar untuk mengubah suatu perilaku. Peserta didik dapat menciptakan dan menggunakan perbendaharaan strategi-strategi pemikiran dan penalaran untuk memenuhi tujuan yang	Peserta didik diarahkan agar menyadari bahwa dalam memecahkan masalah bidang STEAM, ada banyak cara strategi kognitif seperti mengaitkan masalah dengan pengetahuan yang telah dimiliki, melakukan perbandingan dan pengandaian

Prinsip keterlibatan langsung	kompleks (Schunk, 2012; Arassh, 2013).	(asosiasi), berpikir secara induktif maupun deduktif.
	Pengetahuan akan bermakna jika adanya upaya konstruksi pengetahuan yang dilakukan oleh peserta didik (Arassh, 2013).	Peserta didik diberikan kesempatan untuk melakukan uji coba rancangan berupa kemasan telur jika dijatuhkan dalam ketinggian tertentu.
Prinsip pengulangan	Melalui coba (<i>trial</i>) dan gagal (<i>error</i>) peserta didik perlu melakukan pengulangan dalam pembelajaran.	Peserta didik diberikan latihan berupa lembar kerja, soal, dan kesempatan untuk mengulang pembelajaran STEAM dengan berbagai sumber belajar.
Prinsip tantangan	Suatu kondisi yang menantang seperti mengandung masalah yang perlu dipecahkan, peserta didik akan tertantang untuk mempelajarinya (Arassh, 2013).	Peserta didik diberikan beberapa contoh dan non-contoh untuk menemukan konsep dari bidang STEAM yang dipelajari.
Prinsip balikan dan penguatan	Pemberian respon yang positif secara berulang dapat memperkuat tindakan peserta didik sedangkan pemberian respon negatif memperlemah tindakan peserta didik.	Peserta didik yang telah berhasil melakukan langkah pengujian kemasan telur anti pecah dapat diberikan mendali dan diberikan tantangan baru sebagai respon positif. Kepuasan pada hasil kerja menjadikan peserta didik menjadi lebih giat/semangat belajar.

Prinsip perbedaan individual	Proses belajar yang terjadi pada setiap individu berbeda satu dengan yang lain seperti fisik, maupun kapabilitas belajar (Schunk, 2012).	Setiap peserta didik harus dibantu untuk memahami kekuatan dan kelemahan dirinya sehingga mendapat perlakuan dan pelayanan sesuai dengan kemampuan dan kebutuhan peserta didik tersebut.
-------------------------------------	--	--

d. Pembelajaran STEAM menggunakan Model Problem Based Learning

Problem Based Learning atau pembelajaran berbasis masalah merupakan model pembelajaran yang menantang peserta didik untuk belajar bagaimana belajar, dan bekerja secara berkelompok untuk mencari solusi dari permasalahan dunia nyata (Arends & Kilcher, 2010). Pembelajaran berbasis masalah meliputi pengajuan pertanyaan atau masalah, memusatkan pada keterkaitan antar disiplin, penyelidikan asli/otentik, kerjasama dan menghasilkan karya serta peragaan. Langkah-langkah dalam pembelajaran berbasis masalah berkaitan erat dalam prinsip-prinsip pembelajaran STEAM. Agar pembelajaran STEAM dapat dilaksanakan melalui pembelajaran berbasis masalah, perlu Saudara pelajari langkah-langkah operasional berikut:

1). Sintak (langkah-langkah) Pembelajaran Berbasis Masalah

a). Fase 1, Orientasi peserta didik kepada masalah

Pendidik menjelaskan apa tujuan pembelajaran, bagaimana proses pembelajaran yang akan dilaksanakan, dan memotivasi peserta didik terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah yang dapat dipilih. Dalam satu model pembelajaran seharusnya mampu menjawab semua kompetensi dasar yang ingin dicapai. Oleh karena itu, model *Problem Based Learning* dapat dilaksanakan lebih dari satu kali pertemuan. Pertemuan pembelajaran disesuaikan dengan banyaknya kompetensi dasar yang ingin dicapai.

Pada konteks pembelajaran dengan pendekatan STEAM, tujuan pembelajaran yang dijelaskan kepada peserta didik harus mengacu pada literasi STEAM dan mendukung kemampuan abad 21. Misalnya pada tujuan pembelajaran STEAM yang dilaksanakan secara tematik terintegrasi (*integrated*) di pendidikan anak usia dini. Pada level anak usia dini, literasi STEAM disesuaikan dengan perkembangan anak usia dini, dimana lebih menekankan pada melatih kemampuan motorik kasar, motorik halus, maupun karakter seorang anak yang baik seperti mematuhi orang tua, menghargai teman, menyayangi tumbuhan dan hewan.

Para peserta didik anak usia dini dapat diberikan orientasi masalah dengan menyajikan suatu masalah yang perlu mereka selesaikan dengan baik. Misal masalah dalam tema *menyayangi* dapat disisipkan tujuan pembelajaran bermuatan literasi STEAM. Peserta didik dapat diarahkan untuk memecahkan masalah bagaimana merawat kucing dengan perspektif STEAM. Dengan perlengkapan yang mudah didapatkan, peserta didik secara berkelompok dapat diminta menentukan dan membuat desain kandang kucing terbaik agar kucing tinggal dengan nyaman. Peran pendidik mengarahkan kelebihan dan kelemahan saat peserta didik mendesain kandang kucing. Ketika peserta didik melaksanakan kegiatan merancang tempat tinggal kucing, terdapat literasi STEAM yang berupa literasi sains, dimana peserta didik belajar prinsip-prinsip membangun bangunan. Terdapat juga literasi teknologi, dimana pendidik menemani peserta didik mengakses video tentang kebiasaan-kebiasaan kucing ketika tinggal di kandangnya. Terdapat pula literasi rekayasa dan seni, dimana peserta didik dengan kreativitasnya bisa membuat desain rumah kucing yang memiliki kesamaan prinsip dengan rumah kucing pada umumnya meskipun dengan teknik pembuatan yang berbeda. Walaupun anak usia dini belum mengenal rumus-rumus matematika, anak usia dini dapat dikenalkan prinsip-prinsip matematika berupa bangunan yang kokoh yang berarti memiliki kerangka bangunan yang memadai. Tugas pendidik menyambungkan konsep STEAM yang abstrak menjadi lebih konkret kepada peserta didik anak usia dini melalui komunikasi yang interaktif.

Orientasi masalah kepada peserta didik di jenjang pendidikan yang lebih tinggi, tentu tidak jauh berbeda caranya dengan PAUD. Pendidik di jenjang pendidikan apapun semestinya selalu menanyakan tujuan pembelajaran apa saja yang perlu dicapai oleh peserta didik. Tujuan pembelajaran tersebut tentulah bermuatan literasi STEAM yang disesuaikan dengan tingkat perkembangan kognitif, afektif, maupun psikomotorik peserta didik. *Output* yang diinginkan dapat dicapai peserta didik sekolah menengah seharusnya bisa lebih kompleks daripada *output* sekolah dasar (Agusta, Nila, Mahmudah:2015). Semakin tinggi jenjang pendidikan tujuan pembelajaran (*output*) akan semakin kompleks.

Contoh orientasi masalah pada peserta didik di jenjang sekolah menengah atas dapat Saudara pelajari berikut. Jika pendekatan STEAM yang Saudara terapkan adalah secara tertanam (*embedded*) maka Saudara dapat memilih satu disiplin ilmu/mata pelajaran sebagai induk dari beberapa mata pelajaran (mengacu literasi STEAM) sebagai anak yang tertanam dalam induk. Sederhananya, label mata pelajarannya ada satu tetapi sekaligus meliputi dua atau lebih mata pelajaran yang tertanam di dalamnya. Contohnya, pelajaran Biologi sub topik “sistem pencernaan” tetapi di dalam Biologi tertanam pelajaran TIK (literasi teknologi), matematika (literasi matematika), pelajaran seni budaya (literasi seni). Pada sub topik “sistem pencernaan”, literasi sains-nya dapat bermuatan tentang bagaimana upaya mencegah gangguan sistem pencernaan; literasi teknologi-nya dapat berupa praktik teknologi pengolahan pangan dengan menggunakan mikroorganisma dan fermentor ataupun memungkinkan untuk diskusi secara virtual dengan profesor di perguruan tinggi; literasi rekayasa/teknik-nya dapat berupa kegiatan merancang fermentor/ inkubator untuk optimalisasi perkembangan ragi; literasi seni-nya dapat disesuaikan dengan potensi lokal tanaman herbal yang ada di sekitar tempat tinggal; dan literasi matematika-nya dapat berupa menghitung kecepatan proses fermentasi terhadap suhu fermentor.

Pendidik dapat menyampaikan orientasi masalah dengan cara memotivasi siswa untuk antusias dan siap belajar. Misalnya dengan meminta

siswa menebak-nebak kemungkinan yang akan terjadi atas masalah yang diberikan pendidik. Pendidik juga dapat menghubungkan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dengan tujuan pembelajaran yang lalu. Cara ini membuat orientasi siswa pada masalah menjadi lebih penting dan menantang untuk diselesaikan.

b). Fase 2, Mengorganisasikan peserta didik

Pendidik membantu peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut (menetapkan topik dan tugas). Pendefinisian masalah harus memenuhi kriteria autentik, jelas, mudah dipahami, luas sesuai tujuan pembelajaran, dan bermanfaat. Misalnya pada jenjang sekolah menengah atas, peserta didik dikelompokkan secara heterogen, masing-masing kelompok mendiskusikan zat-zat makanan yang diperlukan oleh tubuh dan bagaimana cara menguji zat makanan dalam bahan makanan. Peserta didik diminta untuk menentukan peran-peran tiap peserta didik. Ada yang mencari bahan-bahan, ada yang tekun mengamati percobaan, ada yang menghubungkan dengan teknologi sebagai media informasi, dan ada yang mengingatkan untuk melaksanakan setiap kegiatan pemecahan masalah.

c). Fase 3, Membimbing penyelidikan individu dan kelompok

Pendidik membantu peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah, pengumpulan data, hipotesis, dan pemecahan masalah. Pendidik berperan sebagai fasilitator yang mendorong tiap peserta didik menemukan solusi dari cara-cara yang teknologis, berpikir kritis, dan mendayagunakan kreativitas. Pendidik juga berperan untuk menyemangati peserta didik secara edukatif jika terdapat indikasi kejenuhan dan putus asa dalam proses pemecahan masalah.

d).Fase 4, Mengembangkan dan menyajikan hasil karya

Pendidik membantu peserta didik dalam merencanakan serta menyiapkan karya yang sesuai seperti, laporan dan demonstrasi. Misalnya pada tema “sistem pencernaan”, kegiatan yang dapat dilakukan dapat berupa siswa berdiskusi dalam kelompok untuk menyimpulkan kandungan zat makanan yang ditemukan pada hasil praktikum. Hasil praktikum tersebut dapat dipresentasikan ke dalam bentuk poster ataupun video yang dapat dilihat oleh setiap peserta didik yang ada.

e). Fase 5, Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

Pendidik membantu peserta didik untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap penyelidikan mereka dan proses-proses yang digunakan. Idealnya, model pembelajaran *Problem Based Learning* dapat diterapkan untuk mencapai semua kompetensi dasar yang ingin dicapai, dari segi pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Tentu kompetensi dasar yang dicapai tidak hanya satu sehingga penerapan *Problem Based Learning* memungkinkan terjadi lebih dari satu pertemuan. Misalnya, fase 1 dan fase 2 dapat diterapkan pada pertemuan ke-1, fase 3 dan fase 4 bisa jadi membutuhkan dua kali pertemuan selanjutnya, dan fase 5 dapat diterapkan di pertemuan ke-5. Tujuan akhir dari menerapkan model pembelajaran *Problem Based Learning* adalah tercapainya kompetensi dasar, dalam hal ini kompetensi yang berkaitan dengan bidang STEAM. Agar pembelajaran STEAM dapat berjalan dengan lancar melalui penerapan *Problem Based Learning*, pendidik perlu membuat RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran) dengan benar.

2).Sistem Sosial

Sistem sosial berarti *suasana* dan norma yang berlaku dalam pembelajaran. Sistem sosial dari *Problem Based Learning* bersifat kooperatif. Artinya peserta didik bekerja sama dengan teman dalam sebuah tim atau kelompok untuk mendiskusikan masalah yang diberikan pada saat pembelajaran.

Mereka dapat melakukan curah pendapat (*brainstorming*) gagasan-gagasan atau pemikiran kritis dan kreatif dari masing-masing peserta didik sebagai interaksi dalam memecahkan masalah. Pendidik dalam hal ini berupaya memilih proses kegiatan yang memungkinkan pendidik dan peserta didik berkolaborasi. Suasana cenderung demokratis. Pendidik dan peserta didik memiliki peranan yang sama yaitu memecahkan masalah, dan interaksi kelas dilandasi dengan kesepakatan kelas.

3). Prinsip Reaksi

Prinsip reaksi menggambarkan bagaimana seharusnya pendidik memandang, memperlakukan dan merespon peserta didik. Prinsip reaksi yang berkembang dalam *Problem Based Learning* memosisikan pendidik sebagai fasilitator dalam proses peserta didik melakukan aktivitas pemecahan masalah. Peserta didik dapat dirangsang dengan pertanyaan yang menantang mereka menjawab secara kolaboratif. Misalnya seperti pada gambar 1.5.

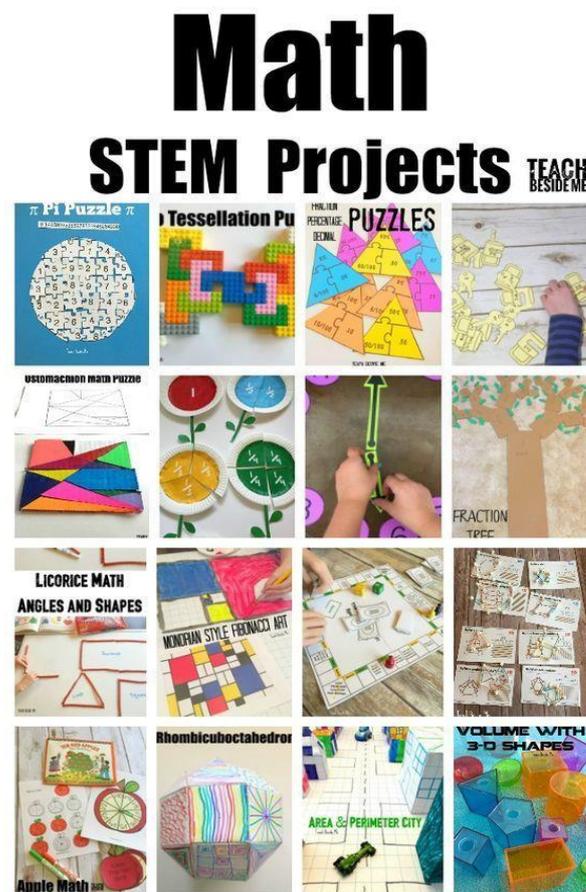


sumber gambar: pinterest.com

Gambar 6. Kegiatan pembelajaran PBL-STEAM

4).Sistem Penunjang

Sistem penunjang adalah segala sarana bahan alat atau lingkungan belajar yang mendukung pembelajaran. Sistem penunjang *Problem Based Learning* adalah segala masalah-masalah aktual yang mampu menciptakan suasana konfrontatif dan dapat membangkitkan proses metakognisi, berpikir kritis, dan strategi pemecahan masalah yang bersifat divergen. Artinya Penunjang yang secara optimal dapat berdampak positif pada model pembelajaran ini adalah pada pemilihan masalah yang hangat dan menarik untuk dibahas yang sesuai dengan keadaan lingkungan sekitar dan bermanfaat bagi kehidupan peserta didik. Sistem penunjang *Problem Based Learning* dapat berupa pemilihan sumber belajar yang variatif. Misalnya gambar, video, maupun pembicara tamu.



sumber gambar: pinterest.com

Gambar 7. Masalah-masalah STEAM dalam kehidupan nyata

Misalnya dalam proyek matematika untuk siswa sekolah dasar yang melibatkan IPA dan teknologi dapat memanfaatkan benda-benda di sekitar. Tugas siswa adalah memecahkan masalah yang diberikan oleh guru.

5). Dampak Instruksional dan Penyerta

Salah satu keberhasilan proses pembelajaran adalah peserta didik merasa senang dimana pendidik memampukan diri untuk memfasilitasi pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik peserta didik. Dalam *Problem based Learning*, pemahaman, transfer pengetahuan, keterampilan berpikir kritis, kemampuan memecahkan masalah dan kemampuan komunikasi ini merupakan dampak langsung dari pembelajaran.

Dampak penyerta dari *Problem based Learning* meliputi peluang peserta didik memperoleh pengetahuan, meningkatkan keterampilan memecahkan masalah, meningkatkan kemampuan untuk memperoleh pengetahuan yang relevan, membangun pengetahuannya sendiri, menumbuhkan motivasi dalam belajar, meningkatkan keterampilan peserta didik dalam berpikir, meningkatkan komunikasi dan bekerja sama dalam kelompoknya. Semua dampak penyerta ini diharapkan menjadi sikap peserta didik ketika menemukan masalah di dalam konteks kehidupan sehari-hari.

e. Pembelajaran STEAM Berpusat pada Proyek

Saudara Mahasiswa, perlu Anda ketahui bahwa pembelajaran STEAM di kelas perlu direncanakan dengan cermat, berbasis proyek, dan berpusat pada peserta didik, dan harus mencakup disiplin ilmu: sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika dalam satu unit atau proyek yang kohesif (memiliki keterkaitan secara padu dan utuh). Misalnya, meminta peserta didik menggunakan komputer untuk meneliti suatu topik tidak dapat diklasifikasikan sebagai tugas STEAM karena tidak menggabungkan semua dari 5 disiplin ilmu di atas.

Pembelajaran STEAM di ruang kelas bukanlah sesuatu yang spontan dan sederhana. Proyek memerlukan banyak perencanaan dan persiapan dari pihak guru karena pembelajaran STEAM mengaitkan berbagai disiplin ilmu, dan proyek

STEAM biasanya memerlukan waktu cukup lama mengingat pembelajaran STEAM memasukkan begitu banyak komponen yang berbeda. Pembelajaran STEAM mungkin membutuhkan waktu berminggu-minggu, berbulan-bulan, atau bahkan bertahun-tahun untuk menyelesaikannya. Karena kerumitan proyek-proyek ini, STEAM dapat menjadi upaya kerja kolaborasi antara guru bidang studi yang satu dengan guru bidang studi lainnya.

Pembelajaran STEAM yang berpusat pada proyek didasarkan pada masalah dunia nyata. Proyek-proyek ini mengharuskan peserta didik untuk meneliti, mengusulkan dan memilih solusi, dan membuat desain. Setelah prototipe atau model dibuat, peserta didik menguji dan mempresentasikan temuan mereka, dan jika waktu memungkinkan, mereka mendesain ulang proyek dan melakukan perbaikan. Proyek-proyek ini harus selaras dengan masalah atau kebutuhan lokal, regional, atau global (Sesuatu yang dapat dihubungkan dengan peserta didik).

Saudara Mahasiswa, mungkin Anda penasaran bagaimana tahap-tahap pembelajaran STEAM berpusat pada proyek. Secara garis besar, pembelajaran STEAM berpusat proyek dapat dilakukan menggunakan tahapan sebagai berikut:

- (1). Memilih salah satu topik yang memungkinkan Anda menggabungkan seluruh 5 aspek STEAM;
- (2). Menghubungkan topik dengan masalah di dunia nyata;
- (3). Mendefinisikan tantangan (apa tujuan pembelajaran akan dicapai peserta didik);
- (4). Memiliki solusi atas penelitian dan curah pendapat peserta didik;
- (5). Menjelaskan tantangan kepada peserta didik (gunakan video untuk melibatkan peserta didik);
- (6). Menggunakan rencana desain teknik penyelesaian masalah;
- (7). Membimbing peserta didik ketika mereka memilih gagasan dan membuat prototipe;
- (8). Menguji prototype yang dihasilkan;
- (9). Meminta peserta didik mengkomunikasikan temuan mereka;
- (10). Mendesain ulang prototype yang dihasilkan sehingga memperoleh prototype sesuai yang diharapkan;

Unit STEAM memberikan pengalaman mendalam bagi peserta didik yang memungkinkan mereka untuk terlibat dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi. Banyak proyek STEAM sering dimulai dengan konsep sains atau masalah, dan empat aspek STEAM lainnya kemudian dimasukkan ke dalam komponen penelitian, desain, pengembangan, dan pengujian proyek.

Berikut adalah beberapa contoh strategi pembelajaran yang dapat Anda lakukan untuk mengintegrasikan setiap komponen ke dalam proyek STEAM yang Anda kembangkan:

- Sains: pemilihan masalah, eksperimen (menggunakan Metode Ilmiah)
- Teknologi: meneliti (menggunakan perpustakaan online, pencarian web), komunikasi (blogging, konferensi video, mengirim email)
- Teknik: membangun atau meningkatkan desain / model
- Seni: menulis, komunikasi, puisi, presentasi video, membuat model
- Matematika: mengumpulkan data, menganalisis hasil data, melakukan masalah geometri

Hal utama yang perlu diingat ketika Anda merancang proyek STEAM adalah memasukkan satu aktivitas dari setiap disiplin ilmu (Sains, Teknologi, Teknik, Seni, dan Matematika) ke dalam satu unit proyek kegiatan pembelajaran. Saudara mahasiswa dapat mendalami bagaimana pembelajaran STEAM dirancang melalui link <http://page.video/rppstem>. Saudara dapat menyimak pembelajaran STEAM di SD (<http://visit.news/steam2>), pembelajaran STEAM di SMP (<http://page.video/steamsmp>), STEAM di SMA (<http://page.video/steamsma>). Pada video STEAM di SMA, berisi tahapan dimana peserta didik membuat dan uji coba produk mereka dengan tema "Bambu" berbasis "Kompetensi Mapel" dengan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Math*), melalui Metode "EDP" (*Engineering Design Process*).

f. Tantangan-Tantangan dalam Pembelajaran STEAM

Selamat! Anda telah mengetahui definisi, tujuan, dan prinsip-prinsip pembelajaran STEAM. Selain itu, Saudara telah mempelajari bagaimana pendekatan STEAM menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* dan pembelajaran berpusat pada proyek.

Meskipun pembelajaran STEAM merupakan pembelajaran yang inovatif, itu tidak terlepas dari kelemahan maupun keterbatasan yang menyertainya. Saudara dapat menjadikan keterbatasan tersebut menjadi tantangan yang perlu dihadapi dan diantisipasi. Sebab, tidak ada satu pendekatan maupun model pembelajaran yang cocok untuk semua karakteristik peserta didik. Selalu ada pro dan kontra bagi akademisi maupun praktisi karena perbedaan kondisi dan sudut pandang yang dimiliki.

Berikut adalah tantangan-tantangan yang dapat ditemukan dalam pembelajaran STEAM:

(1). Perbedaan pendekatan/cara dalam menerapkan pembelajaran STEAM

Saudara telah mempelajari 3 (tiga) pendekatan yang memungkinkan STEAM diterapkan. Ada pendekatan *silo*, tertanam (*embedded*), dan terpadu (*integrated*). Ketiga pendekatan tersebut memiliki kelemahan yang dapat dijadikan pertimbangan untuk memilih pendekatan terbaik sesuai kebutuhan dan kondisi praktik Saudara (Juniaty, Siti, Supriyono, 2016).

- (a). Pendekatan *silo*: karena diterapkan dengan memisahkan tiap bidang studi STEAM, memungkinkan adanya kurang ketertarikan siswa terhadap salah satu bidang STEAM. Misalnya perempuan kurang tertarik untuk berpartisipasi dalam bidang teknik dibandingkan laki-laki.
- (b). Fokus dari pendekatan *silo* ialah konten materi agar peserta didik menguasai semua materi. Hal ini dapat membatasi sejumlah stimulasi lintas disiplin dan pemahaman peserta didik. Misalnya peserta didik mengetahui konsep hukum-hukum fisika tetapi tidak pandai memecahkan masalah yang membutuhkan integrasi hukum fisika dan bidang lain seperti teknologi terapan.

(c). Kelemahan dalam pendekatan tertanam (*embedded*) adalah dapat mengakibatkan pembelajaran terpotong-potong. Jika seorang peserta didik tidak bisa mengaitkan materi tertanam dengan materi utama, peserta didik berpotensi hanya belajar sebagian dari pelajaran daripada manfaat dari pelajaran secara keseluruhan. Misalnya, proses belajar peserta didik dapat terganggu jika peserta didik belum menguasai pengetahuan matematika dan teknik yang ditanam pada bidang IPA (sebagai konten utama).

(2). Kurangnya standar yang jelas

Implementasi pembelajaran STEAM tidak seragam dalam kurikulum tiap sekolah (Cooper, 2019). Pedoman tentang tujuan pembelajaran yang mengacu pada bidang STEAM belum tersusun secara sistematis sehingga memungkinkan tiap sekolah menafsirkan dengan cara yang berbeda. Karena tidak ada standar yang berlaku dan sekolah berfokus pada topik yang berbeda, ada kemungkinan bahwa beberapa siswa tidak cukup siap untuk melanjutkan studi ke perguruan tinggi. Sangat mungkin juga bahwa guru yang mengajar siswa tidak memenuhi syarat untuk mengajar materi pelajaran. Oleh karena itu, langkah strategis adalah bagaimana pendekatan STEAM diimplementasikan secara integratif.

(3). Dianggap terlambat saat STEAM hanya diterapkan pada pendidikan tingkat menengah

Banyak orang berpendapat bahwa, dalam rangka mengembangkan hasrat untuk mata pelajaran seperti IPA, teknologi, dan matematika, siswa perlu memulai di sekolah dasar. Saat ini, sebagian besar program STEAM dimulai di sekolah menengah. Sayangnya, pada saat ini mungkin sudah terlambat bagi siswa, yang seharusnya sudah mempelajari keterampilan dasar yang diperlukan untuk memahami ide-ide yang lebih kompleks nanti. Tanpa landasan inti untuk STEAM di sekolah dasar, siswa cenderung menjadi kewalahan dan frustrasi serta kehilangan minat (Cooper, 2019).

5. Forum Diskusi

Untuk meningkatkan pemahaman Anda terhadap materi pembelajaran 1, Anda di persilahkan mengerjakan tugas berikut. Kerjakan tugas berikut secara mandiri, serius, dan bertanggung jawab. Pastikan Anda mengerjakan tugas ini dengan jujur tanpa melihat uraian materi.

- 1) Sangat penting bagi guru memahami langkah-langkah operasional pembelajaran STEAM berpusat pada proyek, jelaskan langkah-langkah operasional pembelajaran STEAM berpusat pada proyek!
- 2) Pak Roni adalah seorang guru tingkat sekolah menengah pertama yang ingin menerapkan *Problem Based Learning* pada pembelajaran STEAM yang ia lakukan secara tertanam (*embeded*). Ia mengajarkan IPA dan teknologi, seni ke dalam bidang pelajaran Matematika. Pak Roni telah merumuskan setidaknya empat kompetensi dasar yang harus dicapai tiap peserta didik. Menurutnya, peserta didik hanya memerlukan satu hari dalam mencapai keempat kompetensi tersebut. Ketika siswa diberikan evaluasi pembelajaran, ternyata hanya sekitar 10% yang berhasil mencapai kompetensi dengan sempurna. Mengapa hasil pembelajaran yang didapatkan tidak sesuai ekspektasi? Jelaskan!
- 3) Analisislah tantangan pembelajaran STEAM yang dilaksanakan di Indonesia, terutama di pembelajaran yang Anda lakukan!

PENUTUP

1. Rangkuman

Definisi pembelajaran STEAM merupakan suatu pendekatan pembelajaran interdisipliner yang inovatif dimana IPA, teknologi, teknik, dan matematika diintegrasikan dengan fokus pada proses pembelajaran pemecahan masalah dalam kehidupan nyata.

Tujuan pembelajaran STEAM dapat mengasah tingkat literasi STEAM pada peserta didik. Literasi STEAM menjadi tujuan yang dapat dicapai oleh peserta didik maupun pendidik. Bagi peserta didik, literasi STEAM akan berguna dalam perkembangan kehidupannya dan bagi pendidik literasi STEAM bermanfaat menunjang kinerja mendidik generasi yang kompetitif dan kolaboratif.

Prinsip-prinsip pembelajaran STEAM meliputi prinsip perhatian dan motivasi, keaktifan, keterlibatan langsung, pengulangan, tantangan, balikan dan penguatan, perbedaan individual.

Problem Based Learning atau pembelajaran berbasis masalah merupakan model pembelajaran yang menantang peserta didik untuk belajar bagaimana belajar, dan bekerja secara berkelompok untuk mencari solusi dari permasalahan dunia nyata.

Pembelajaran STEAM yang berpusat pada proyek didasarkan pada masalah dunia nyata. Proyek-proyek ini mengharuskan peserta didik untuk meneliti, mengusulkan dan memilih solusi, dan membuat desain. Setelah prototipe atau model dibuat, peserta didik menguji dan mempresentasikan temuan mereka, dan jika waktu memungkinkan, mereka mendesain ulang proyek dan melakukan perbaikan.

2. Tes Formatif

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. STEAM adalah singkatan dari....
 - a. Science, Technique, Engineering, Art, Manipulation
 - b. Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics
 - c. Science, Technology, Engineering, Art, Manipulation
 - d. Science, Technique, Engineering, Art, Mathematics

2. Teknik adalah ilmu yang mencakup....
 - a. desain sistem, peralatan, dan mesin
 - b. pola-pola sistemik pada organisme
 - c. inovasi observasi lingkungan
 - d. bahasa-bahasa alam dan teknologi

3. Pendekatan pembelajaran STEAM yang mengajarkan pelajaran Matematika dan IPA secara terpisah dalam waktu yang berbeda dikenal sebagai pendekatan
 - a. *silo*
 - b. *embeded*
 - c. *integrated*
 - d. *silo-integrated*

4. Pendekatan terbaik untuk menerapkan pembelajaran STEAM pada siswa sekolah dasar adalah....
 - a. *silo*
 - b. *embeded*
 - c. *integrated*
 - d. *silo-embeded*

5. Berikut *merupakan* salah satu tujuan diperlukannya pembelajaran STEAM, yaitu

- a. Pekerjaan-pekerjaan terdahulu memerlukan keahlian STEAM
 - b. Kaum laki-laki lebih ditekankan untuk mempelajari bidang STEAM
 - c. Indonesia harus melakukan reformasi kultural pada bidang ekonomi
 - d. Menumbuhkan keterampilan penalaran calon pekerja mendatang
6. Salah satu cara mendasar agar pembelajaran STEAM dapat diterapkan di sekolah adalah melalui....
- a. Keterlibatan pengusaha
 - b. Dukungan orang tua
 - c. Perencanaan pembangunan
 - d. Perencanaan pembelajaran
7. Berikut ini merupakan contoh prinsip pembelajaran STEAM yang berupa prinsip keaktifan, yaitu
- a. Peserta didik diperlihatkan contoh dan non contoh
 - b. Peserta didik diminta berpikir secara induktif
 - c. Peserta didik disadarkan untuk termotivasi
 - d. Peserta didik diberikan penghargaan dan medali
8. Apa suasana dan norma yang dominan berlaku dalam pembelajaran STEAM yang dilakukan dengan model *Problem Based Learning* dan *Project Based Learning*....
- a. individualistik
 - b. kompetitif
 - c. kolaboratif
 - d. formalistik
9. Berikut ini merupakan contoh penerapan dari pembelajaran STEAM untuk anak SMA yang tepat
- a. Peserta didik diminta membedakan perubahan waktu pada jam dinding dari kertas kardus

- b. Peserta didik diminta membuat proyek identifikasi bentuk geometri melalui alam yang dikunjungi
 - c. Peserta didik diminta merangkai puzzle dalam penentuan luas dan keliling benda di kelas
 - d. Peserta didik diminta membuat kebun binatang dari plastisin guna membedakan habitat hewan air dan darat
10. Di bawah ini yang merupakan salah satu tantangan pembelajaran STEAM yang perlu diatasi yaitu:
- a. standar pelajaran jelas tertulis di kurikulum nasional Indonesia
 - b. beragamnya kompetensi abad 21 yang perlu dicapai
 - c. bidang teknik dan teknologi lebih disukai oleh perempuan
 - d. dianggap terlambat saat STEAM diterapkan di Sekolah Menengah Atas

3. Daftar Pustaka

- Agusta Danang Wijaya, Nila Karmila, dan Mahmudah R. Amalia. (2015). *Implementasi Pembelajaran Berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) Pada Kurikulum Indonesia*. Prosiding. Pros Semnas Fisika dan Aplikasinya UNPAD 1(1):85-88.
- Arassh. (2013). Prinsip-prinsip pembelajaran. *Artikel blog*.<https://arassh.wordpress.com/2013/03/22/prinsip-prinsip-pembelajaran-2/>Diakses pada 25 September 2019.
- Arends, R. I. and Kilcher, A. (2010). *Teaching for student learning : Becoming an accomplished teacher*.Oxon : Routledge.
- Asmuniv, *Pendekatan Terpadu Pendidikan STEAM Upaya Mempersiapkan Sumber Daya Manusia Indonesia Yang Memiliki Pengetahuan Interdisipliner dalam Menyosong Kebutuhan Bidang Karir Pekerjaan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA)*, 2015. (Online),(<http://www.vedcmalang.com/pppptkboemlg/index.php/baru/45-listrik-elektronika/1507-asv9>), diakses 12 September 2019.
- Cooper, Clay. (2019). STEAM Pros and Cons. *Artikel blog*.<https://prepexpert.com/STEAM-pros-and-cons/>Diakses pada 27 September 2019.

- Farah Robi'atul Jauhariyyah, Hadi Suwono, dan Ibrohim. (2017). *Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning*(STEAM-PjBL) pada Pembelajaran Sains. *Prosiding. Pros Seminar Pend IPA Pascasarjana UM*, 2 (2017):432-436.
- ILO.(2012). *Profil Pekerjaan yang Layak Indonesia*. CO Jakarta: Organisasi Perburuhan Internasional.
- Indri Sari Utami, Rahmat Firman Septiyanto, Firmanul Catir Wibowo, dan Anang Suryana. (2017). Pengembangan STEAM-A (*Science, Technology, Engineering, Mathematic and Animation*) Berbasis Kearifan Lokal dalam Pembelajaran Fisika. *Artikel Jurnal. Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 06 (1) (2017):67-73.
- Juniaty Winarni, Siti Zubaidah, Supriyono Koes H. (2016). STEAM: Apa, Mengapa, dan Bagaimana. *Prosiding. Pros Semnas Pend IPA Pascasarjana UM* 1(1):976-984.
- Nailul Khoiriyah, Abdurrahman, dan Ismu Wahyudi. (2018). Implementasi pendekatan pembelajaran STEAM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi gelombang bunyi. *Artikel Jurnal. JRPKF UAD* Vol.5 No.2 Oktober 2018.
- National Academy of Engineering and National Research Council. (2014). *STEAM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NRC National Research Council of The National Academies. (2011). *Successful K-12 STEAM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington D.C.: The National Academies Press.
- PPPPTK IPA. (2018). *Filosofi Pendidikan STEAM. Materi pelatihan. Pelatihan Pembelajaran IPA Berbasis STEAM yang Terintegrasi dalam Kurikulum 2013*.Bandung: PPPPTK IPA.
- Sahih, Alpaslan. (2015). *A Practice-based Model of STEAM Teaching STEAM Students on the Stage (SOS)TM*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Schunk, Dale H. (2012). *Teori-teori pembelajaran: Perspektif pendidikan Edisi keenam*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Yeni Hendriani. (2018). *Unit Pembelajaran STEAM Mata Pelajaran Biologi SMA Sistem Pencernaan*. PPPPTK IPA.

YJP Yayasan Jurnal Perempuan. (2016). *Buku Seri Pendidikan Publik JP 91 Status Perempuan dalam STEAM (Sains, Teknologi, Engineering & Matematika)*. Jakarta Selatan: YJP.

Yohanes Enggar Harususilo. (2018). *Jurusan dan Pekerjaan Paling Dibutuhkan 2020*. Diakses pada tanggal 20 Oktober 2019 dari <https://edukasi.kompas.com/read/2018/06/20/15460391/jurusan-dan-pekerjaan-paling-dibutuhkan-2020?page=all>