



MENGAJAR STEM DI ASIA TENGGARA

Buku Panduan untuk Pendidik



MENGAJAR STEM DI ASIA TENGGARA

Buku Panduan untuk Pendidik

Kata Aluan	i		
Pesanan Moderator	ii		
Kata Pendahuluan	iii		
Biografi Ahli Panel	vi		
1. RANGKA KERJA BAGI REKA BENTUK PENGAJARAN STEM	1		
1.1 Modul pembelajaran berstruktur bagi pengajaran STEM	2		
1.2 Mengaplikasikan Proses Reka Bentuk Kejuruteraan dalam keputusan pedagogi	7		
1.3 Menggunakan Rangka Kerja Kuartet STEM dalam perancangan pengajaran	13		
1.4 Topik Perbincangan: Adakah pendidikan STEM bersesuaian untuk semua?	20		
2. MENJADIKAN PENGAJARAN DAN PEMBELAJARAN STEM LEBIH RELEVAN	25		
2.1 Mengajar kemahiran insaniah dalam mata pelajaran Matematik	26		
2.2 STEM dalam konteks masalah kehidupan sebenar	36		
2.3 Menggabungkan Biomimikri dalam pengajaran STEM	42		
3. MENINGTEGRASIKAN KESENIAN DALAM STEM	48		
3.1 Pentaksiran untuk Komunikasi Sains	49		
3.2 Melibatkan kesenian dan keusahawanan dalam STEM	53		
3.3 Topik Perbincangan: Mewujudkan pengajaran STEM secara silang disiplin	56		
		4. MEMBANGUNKAN GURU STEM SEBAGAI PEMIMPIN	60
		4.1 Mempertingkatkan pendekatan STEM berbentuk penyiasatan	61
		4.2 Membangunkan Pengetahuan Kandungan Pedagogi dalam STEM	65
		4.3 Memperkasakan guru untuk perancangan pengajaran STEM	69
		5. MEWUJUDKAN KOMUNITI DAN LALUAN STEM	78
		5.1 Elemen dalam ekosistem STEM	79
		5.2 Mewujudkan kerjasama dalam ekosistem STEM	81
		5.3 Membina komuniti STEM yang holistik	88
		5.4 Kerjasama pada pelbagai peringkat untuk kecemerlangan STEM serantau	95
		6. STEM UNTUK PEMBANGUNAN LESTARI	102
		6.1 Pendidikan STEM untuk pembangunan negara di Thailand	103
		6.2 Pendidikan STEM untuk kewarganegaraan global di Malaysia	105
		6.3 Topik Perbincangan: Pendidikan STEM holistik untuk masyarakat inklusif	109
		Pesanan Penutup	113
		Tentang Making HEADway	114

KATA ALUAN

Pada beberapa tahun kebelakangan ini, pendidikan STEM menjadi lebih menonjol dan berada dalam agenda nasional di banyak negara ketika negara-negara ini berusaha untuk membangunkan infrastruktur dan modal insan yang baik untuk memenuhi keperluan abad ke-21. Sejak permulaannya pada tahun 1990-an, pendidikan STEM bukan sahaja merujuk kepada mata pelajaran dalam bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik, tetapi juga kesalinghubungan antara subjek-subjek ini dan penyelesaian antara disiplin kepada cabaran-cabaran kontemporari yang rumit. Pendidikan STEM adalah lebih penting berbanding sebelum ini untuk meningkatkan ekonomi dan tenaga kerja selaras dengan peluang dan cabaran pada abad ke-21.

Pendidikan STEM bukan sahaja penting bagi memastikan murid membangunkan kemahiran teknikal yang diperlukan dalam tenaga kerja, tetapi juga untuk membangunkan individu yang serba lengkap melalui penyepaduan bidang Seni (seperti dalam pendidikan STEAM) dan kemahiran insaniah. Pendidikan STEAM menjadikan murid lebih berkeyakinan diri, berupaya menerangkan konsep yang kompleks dengan lancar dan membina kemahiran keusahawanan yang penting. Kekuatan pendidikan STEM antara disiplin ini berasaskan pergabungan konsep-konsep daripada disiplin yang berbeza untuk membentuk sinergi yang kreatif dan menggalak ciri-ciri kepintaran, kerja berpasukan serta daya tahan dalam kalangan murid melalui proses pembelajaran berasaskan masalah.

Ia adalah satu perkara yang sukar bagi pendidik untuk mengajar STEM di bilik darjah dalam keadaan yang kurang bersedia, dan agak mencabar untuk menyediakan pelajaran STEM dalam dunia pasca pandemik. Pendidik sering berasa buntu dalam usaha mengintegrasikan pendidikan STEM dalam bilik darjah, dan ramai yang merasakan ianya mustahil apabila berhadapan dengan tugas berat bagi memastikan murid kekal fokus dan terus bersekolah semasa pembelajaran jarak jauh dan hibrid. Kami berharap pengalaman dan strategi yang dibincangkan dalam buku panduan ini akan menggalakkan para pendidik untuk terus mencari jalan untuk melaksanakan pendidikan STEM, dan meyakinkan anda tentang tujuan dan faedahnya kepada semua pihak. Kami menerokai beberapa cara yang nyata dan yang telah dicuba oleh pendidik di rantau ini dengan menggunakan konsep dan teori STEM bagi menghidupkan pelajaran STEM, tatkala pembelajaran jarak jauh dan hibrid kekal sebagai realiti jangka panjang bagi kebanyakan orang.

Saya berharap tips-tips, cadangan dan amalan terbaik yang digariskan dalam buku panduan ini dapat memberi inspirasi kepada anda untuk melangkaui amalan pedagogi rutin agar menjadi perintis bagi memodelkan pedagogi pembelajaran baharu yang berpusatkan murid.

S. Gopinathan

Penasihat Akademik,
The HEAD Foundation

PESANAN MODERATOR

Konsep literasi STEM bertumpu kepada cara murid mengenal pasti dan menggunakan pengetahuan daripada empat cabang disiplinnya untuk memahami dan menyelesaikan masalah dunia sebenar. Mereka digalakkan untuk mendapatkan penjelasan tentang bagaimana dunia berfungsi, dan mengintegrasikan serta menghubungkan pengetahuan daripada empat disiplin ini untuk mencipta penyelesaian pelbagai disiplin bagi menghadapi cabaran zaman moden ini. Oleh itu, pendidikan STEM berorientasikan pembelajaran berasaskan masalah.

Walau bagaimanapun, ini hanyalah salah satu daripada pelbagai tafsiran pendidikan STEM. Buku panduan ini membentangkan spektrum tafsiran pendidikan STEM di rantau Asia Tenggara yang dikongsi sepanjang siri webinar tiga bahagian kami bertajuk, "Mengajar STEM di Asia Tenggara". Penceramah kami berbincang berdasarkan pengalaman mereka dan berkongsi cebisan amalan pengajaran STEM di dalam dan di luar bilik darjah. Naratif mereka mendedahkan bagaimana pendidikan STEM dibentuk berdasarkan kekhususan konteks mereka dan peranan mereka dalam konteks ini.

Dalam bahagian pertama, "Mengaplikasikan Pedagogi STEM", kami mendapat idea-idea untuk pengajaran dan pentaksiran yang boleh menangani dua isu terpenting dalam pembangunan kurikulum STEM iaitu penyepaduan merentas disiplin dan penyelesaian masalah sebenar dunia. Dalam bahagian kedua, "Membangun dan Menyokong Guru STEM", kami memberi tumpuan kepada cabaran untuk menerima pakai amalan pengajaran baharu. Kami menerokai bagaimana pedagogi STEM dan amalan kepimpinan di sekolah boleh diubah. Kami juga membincangkan cara untuk menggerakkan dan berkongsi sumber-sumber sokongan pembelajaran dan pembangunan komuniti profesional.

Dalam bahagian terakhir, "Mewujudkan Ekosistem STEM", kami telah mengadakan perbincangan penting tentang sokongan sosial yang mungkin diperlukan bukan sahaja untuk memberi inspirasi tetapi juga untuk memupuk pemikiran kritis, penyelesaian masalah dan inovasi dalam kalangan murid kami. Kami bertanyakan soalan, "Di manakah murid boleh belajar dan mengamalkan STEM?" Program *attachment* dalam industri, bimbingan mentor, dan penglibatan komuniti adalah pendekatan penting yang telah diguna pakai dalam program pendidikan, terutamanya dalam pendidikan STEM. Oleh itu, terdapat keperluan untuk membentuk rangkaian untuk mengembangkan amalan pendidikan STEM yang bermakna dan relevan bagi murid.

Dalam semua perbincangan kami, kami berhasrat untuk menyampaikan strategi dan tips-tips yang relevan dan boleh diambil tindakan oleh para pendidik untuk menyesuaikan diri mengikut konteks masing-masing. Dalam buku panduan ini, kami berharap agar dapat meneruskan perbualan kami dengan anda dan membimbing anda untuk merenungkan kisah-kisah STEM yang dikongsikan dalam webinar secara kritis. Secara kolektif, kita akan terus bertanyakan bentuk pendidikan STEM yang boleh mendatangkan kebaikan dalam konteks masing-masing, sambil merealisasikan matlamat untuk memperdalamkan penyertaan saintifik, kemanusiaan dan kesaksamaan murid dalam masyarakat dan di persada dunia.

Frederick T. Talaue

Profesor Madya, Jabatan Pendidikan Sains, Universiti De La Salle

KATA PENDAHULUAN

Menangani Isu-isu dan Cabaran Pendidikan STEM di Asia Tenggara

Frederick T. Talaue

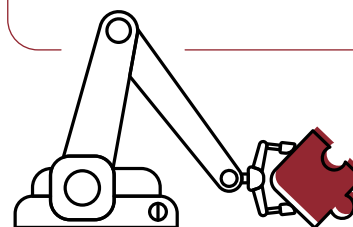
lanya tampak ironik apabila proses memikirkan definisi pendidikan STEM itu sendiri merupakan satu cabaran. Bentuknya berbeza-beza seperti banyak perspektif yang terdapat dalam wacana pendidikan kita. Walau bagaimanapun, dua perkara menonjol sebagai elemen umum yang merentas konsep pendidikan STEM. Pertama, ia bertujuan bagi menyokong murid untuk mengintegrasikan pengetahuan merentasi empat cabang disiplin tersebut. Yang kedua, ia menekankan konteks dunia sebenar sebagai cara untuk mengintegrasikan disiplin yang berbeza. Maka, pendidikan STEM menjadi gangguan terhadap bentuk kurikulum berfokuskan disiplin di banyak sekolah pada hari ini.

Menariknya, masalah penyepaduan idea teras merentasi disiplin ternyata menjadi kebimbangan yang paling menonjol dalam kalangan peserta sesi pertama siri webinar ini. Ini berkemungkinan kerana tafsiran integrasi yang pelbagai dan mengelirukan, termasuk pendekatan antara disiplin dan juga merentasi disiplin yang telah muncul pada beberapa tahun kebelakangan ini sebagai komitmen baharu dalam pendidikan STEM. Pendekatan antara disiplin bertumpu kepada pembelajaran konsep yang berkait rapat daripada dua atau lebih disiplin supaya murid dapat mendalami pengetahuan dan kemahiran mereka dengan berkesan, manakala pendekatan merentasi disiplin menggariskan aplikasi kepada masalah

dunia sebenar dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran yang dipelajari daripada dua atau lebih disiplin.

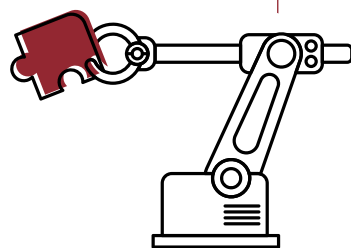
Tiga bab pertama dalam buku panduan ini membincangkan isu-isu pengintegrasian disiplin dalam reka bentuk pelajaran STEM. Contoh-contoh yang penulis kami sediakan terdiri daripada penyepaduan merentas empat disiplin hinggalah penyepaduan kesenian dan keusahawanan. lanya penting untuk diketengahkan bahawa penyumbang undangan kami, Profesor Madya Aik-Ling Tan dan Profesor Madya Tang Wee Teo, kedua-duanya daripada Institut Pendidikan Kebangsaan, Universiti Teknologi Nanyang di Singapura, telah berkongsi Rangka Kerja Kuartet STEM mereka. Rangka kerja pengajaran ini menyediakan panduan untuk perancangan pengajaran yang melibatkan integrasi disiplin melalui tugas pembelajaran berdasarkan penyelesaian masalah.

Pendidikan STEM bertujuan bagi menyokong murid untuk mengintegrasikan pengetahuan merentasi empat cabang disiplin dan ia menekankan konteks dunia sebenar sebagai cara untuk mengintegrasikan disiplin yang berbeza.



Bab keempat dalam buku panduan ini bertumpu kepada topik penting untuk membangunkan kepimpinan pedagogi dalam pendidikan STEM. Berdasarkan tinjauan pendapat semasa sesi webinar kedua, ramai peserta merasakan keperluan untuk menghadiri seminar dan latihan untuk mempelajari teori pedagogi yang berkaitan terlebih dahulu. Pada pandangan saya, ini mencerminkan tanggapan popular bahawa teori mestilah mendahului amalan dalam pendidikan guru dan pembangunan profesional. Model linear belajar untuk mengajar ini mungkin berbeza dengan model pembelajaran berulang berkonteks, iaitu guru terus bermula untuk mencuba intervensi

Mewujudkan ekosistem pembelajaran STEM bukan sahaja dapat menangani keperluan untuk menyokong pembangunan murid dari semasa ke semasa, tetapi juga membuka ruang untuk menyediakan peluang pembelajaran STEM secara sengaja kepada kumpulan murid yang kurang bernasib baik dan terpinggir.



yang telah dirancang dengan teliti secara kolaboratif dahulu. Model ini meletakkan teori bersekali dengan amalan, oleh itu, ia melibatkan refleksi kritis yang berterusan. Spektrum model-model pembelajaran guru dalam STEM ini diterokai oleh pengarang kami.

Dalam dua bab yang terakhir, penulis telah berkongsi strategi untuk membina ekosistem pembelajaran STEM. Pembelajaran STEM boleh berlaku merentasi ruang, tempat serta masa. Kesinambungannya merentasi konteks harian yang formal dan tidak formal. Sekolah-sekolah boleh bekerjasama dengan institusi pengajian tinggi, komuniti, rakan kongsi industri, dan agensi serantau serta antarabangsa bagi menyampaikan pembelajaran STEM kepada semua murid. Antara semua rakan kongsi ini, institusi pengajian terpilih oleh peserta webinar sebagai agensi yang paling dikehendaki untuk jalinan kerjasama. Saya mentafsir dapatan ini sebagai keinginan untuk bekerjasama dengan ahli akademik dan penyelidik yang mempunyai modal pengetahuan untuk membimbing, melatih dan sama-sama membina inovasi pedagogi.

Tetapi dengan apa jua kerjasama yang dijalinan, tindakan bersama untuk mengenali murid dan minat unik mereka dalam STEM adalah penting. Usaha untuk mewujudkan ekosistem pembelajaran STEM bukan sahaja dapat menangani keperluan untuk menyokong pembangunan murid dari semasa ke semasa, tetapi juga membuka ruang untuk menyediakan peluang pembelajaran STEM secara sengaja kepada kumpulan murid yang kurang bernasib baik dan terpinggir. Lagipun, pendidikan STEM bukan hanya bertujuan melatih murid untuk menguasai kompetensi abad ke-21 atau menyertai tenaga kerja masa depan bagi mengekalkan ekonomi global. Pendidikan STEM, seperti yang dipercayai oleh semua pengarang dalam buku panduan ini, juga adalah tentang menghidupkan visi kolektif kami untuk keadilan alam sekitar dan sosial.

BIOGRAFI AHLI PANEL



Dr Ariel L. Babierra merupakan Profesor Madya Matematik di Institut Sains Matematik dan Fizik, Universiti Filipina Los Baños. Beliau memperolehi kelayakan PhD dalam bidang matematik daripada Universiti Filipina Diliman dengan pengkhususan *Approximation Theory*. Tugas beliau termasuk menguruskan jawatankuasa kurikulum dan pengajaran bagi program Matematik dan Matematik Gunaan serta menyelaraskan kursus Pendidikan Am dalam Matematik, Kebudayaan dan Masyarakat.



Puan Rosemarie Z. Burayag merupakan Penyelia Program Pendidikan di Jabatan Pendidikan, Pejabat Bahagian Sekolah Nueva Ecija, Filipina. Beliau mempunyai pengkhususan dalam bidang Sains dan merupakan penyedia pembelajaran bertauliah di National Educators' Academy (NEAP). Beliau juga merupakan Ketua Jurulatih bagi Latihan Serantau mengenai Pengkhususan Bersilang dalam Sains pada September 2018. Beliau memperolehi ijazah sarjana dan kedoktoran daripada Universiti Sains dan Teknologi Nueva Ecija.



Encik David Chak merupakan pengasas bersama Akademi Arus, Malaysia. Beliau mengetuai kerja-kerja advokasi dan pembangunan kandungan untuk pendidikan STEAM dan literasi media di Akademi Arus. Beberapa hasil kerja David di Arus seperti buku teks kurikulum kebangsaan untuk mata pelajaran Reka Bentuk dan Teknologi bagi murid tahun 5 telah digunakan secara meluas di Malaysia. Beliau juga merupakan ketua pembangunan kandungan untuk platform pendidikan pengkodan percuma anjuran Kementerian Pendidikan Malaysia yang telah mencapai hampir sejuta tontonan sejak dilancarkan.



Encik Leo Andrei Crisologo merupakan guru matematik di Kampus Induk Sekolah Menengah Sains Filipina sejak tahun 2008. Beliau telah mengendalikan program latihan guru mengenai STEM dan proses reka bentuk kejuruteraan untuk guru-guru di sekolah awam Filipina. Beliau menerima ijazah

sarjana muda dan sarjana daripada Universiti Filipina. Beliau menuntut pelajaran di Indiana University of Pennsylvania sebagai Felo Anugerah Cemerlang Fulbright dalam Program Pengajaran untuk Guru Antarabangsa (Fulbright DAI) pada tahun 2020.



Dr Chatree Faikhamta merupakan Profesor Madya di Fakulti Pendidikan, Universiti Kasetsart, Thailand. Beliau telah mengajar pelbagai kursus pada peringkat prasiswazah dan siswazah dalam pendidikan sains seperti kursus kaedah kimia dan pembangunan profesional guru sains. Bidang penyelidikannya bertumpu kepada pendidikan STEM, pengetahuan kandungan pedagogi (PCK), dan kajian tindakan. Chatree terlibat dalam penyelidikan secara kolaboratif di banyak negara dan wilayah seperti di Kanada, Jepun, Korea, Sepanyol, Taiwan dan UK.



Dr Arif Hidayat merupakan Profesor Madya di Jabatan Fizik, Universitas Pendidikan Indonesia. Arif telah dilantik sebagai Felo UNESCO di Illinois State University, Pakar SEAMEO QITEP dalam Sains, dan kini merupakan Profesor Pelawat di Tashkent University of Economics-Uzbekistan. Beliau juga berkhidmat sebagai Penyelaras Program Pendidikan Kepimpinan STEM Indonesia (2021-2023) yang merupakan hasil kerjasama Kementerian Pendidikan Indonesia dan meriSTEM@NIE, Penyelaras Konsortium Peningkatan Pembelajaran Indonesia, dan Pengarah Sekolah NURA, Cimahi-Indonesia.



Profesor Dato' Dr Noraini Idris merupakan Pengasas dan Presiden Persatuan STEM Kebangsaan Malaysia dan juga Presiden IMT-GT Uninet STEM. Beliau adalah seorang pendidik, perunding, dan pengajar subjek matematik yang dihormati. Beliau memperolehi kelulusan PhD daripada The Ohio State University, USA dan pernah diamanahkan dengan jawatan Timbalan Naib Canselor (Penyelidikan & Inovasi) di Universiti Pendidikan Sultan Idris dan juga Dekan Fakulti Pendidikan di Universiti Malaya.



Dr Sheryl Lyn C. Monterola merupakan Pengarah Institut Pembangunan Pendidikan Sains dan Matematik Kebangsaan (NISMED) dan seorang Profesor di Universiti Filipina-Diliman, Kolej Pendidikan. Beliau bersemangat untuk memajukan pendidikan STEM melalui pembinaan kapasiti guru, inovasi kurikulum, sistem pembelajaran alternatif dan pembangunan tenaga kerja. Beliau juga bekerjasama dengan ILO dan UNICEF dalam program yang berkaitan dengan STEM.



Dr Pornpun Waitayangkoon kini merupakan Pengarah Pusat Serantau SEAMEO untuk Pendidikan STEM (SEAMEO STEM-ED) yang baru ditubuhkan di Bangkok, Thailand. Sebelum ini, beliau telah berkhidmat di Institut Promosi Pengajaran Sains dan Teknologi (IPST) Kebangsaan selama 40 tahun, di mana beliau terlibat dalam pendidikan sains, matematik dan teknologi pada semua peringkat gred sekolah, dan merupakan Presiden IPST dari tahun 2011 hingga 2019.



Moderator

Dr Frederick Toralballa Talaue merupakan Profesor Madya di Jabatan Pendidikan Sains, Universiti De La Salle. Beliau juga merupakan perunding Pusat Pendidikan STEM Bersepadu (CISTEM) Inc. Beliau berkelulusan PhD dalam Pendidikan Sains daripada Universiti Teknologi Nanyang. Sebelum beliau kembali ke Filipina, beliau telah berkhidmat sebagai Penolong Penyelidik di Pusat Penyelidikan Pedagogi dan Amalan di Institut Pendidikan Kebangsaan, Singapura.

Penafian: Semua perbincangan yang diajukan adalah pendapat penulis masing-masing dan tidak mewakili pandangan Kementerian Pendidikan, pejabat pendidikan tempatan, sekolah masing-masing, atau The HEAD Foundation.



1

RANGKA KERJA BAGI REKA BENTUK PENGAJARAN STEM

lanya mungkin sukar untuk memperkenalkan pelajaran STEM dalam bilik darjah apabila subjek tersebut memerlukan integrasi pengetahuan merentas disiplin dan berpusat pada penyelesaian masalah. Bagaimanakah guru boleh mengadakan pelajaran STEM yang mengimbangi pengajaran merentas disiplin dan hasil pembelajaran yang berorientasikan proses? Dalam bab ini, kita akan meneliti rangka kerja yang membantu pendidik memahami komponen-komponen teras dalam pelajaran STEM, mengamalkan *scaffolding* dalam kelas mereka, dan juga menggunakan konsep-konsep ini untuk menyelesaikan masalah pedagogi.

Objektif pembelajaran:

- Memahami cara menstruktur pelajaran STEM dengan modul pembelajaran berpandu
- Memahami cara menggunakan proses reka bentuk kejuruteraan untuk menyelesaikan masalah pedagogi
- Menggunakan Rangka Kerja Kuartet STEM sebagai cara untuk memahami dan menyediakan pelajaran STEM yang bersepadu

Fikirkan!

Pada pendapat anda, apakah persamaan yang wujud dalam pengajaran dan pembelajaran STEM?

Dengari perspektif kami pada penghujung bab ini!

1.1

Modul pembelajaran berstruktur bagi pembelajaran STEM

Encik David Chak

PROFIL INSTITUSI

Akademi Arus



Bukit Mertajam, Pulau Pinang dan Kuala Lumpur, Malaysia



Perusahaan sosial bukan berasaskan keuntungan



Bilangan murid: 20,000



Bilangan tenaga pengajar: 6

Pendidikan STEM telah menjadi salah satu bahagian teras dalam dasar pendidikan Malaysia sejak tahun 1967. Walau bagaimanapun, banyak yang telah berubah sejak beberapa dekad kebelakangan ini demi mengikuti arus inovasi penting dalam data raya (*big data*) dan sains komputer. Dengan inovasi sebegini, wujudlah mata pelajaran baharu di sekolah serta pentaksiran dan paradigma untuk mengajar STEM bagi menyediakan murid untuk berkembang maju pada abad ke-21.

Ramai guru yang ditugaskan untuk mengajar mata pelajaran baharu seperti Asas Sains Komputer tidak mempunyai pengetahuan sedia ada dalam bidang ini. Bagi menyokong sistem pendidikan Malaysia untuk menghadapi kejutan sistemik yang begitu besar ini, David dan pasukannya di Akademi Arus bekerjasama rapat dengan Kementerian Pendidikan Malaysia dan Malaysian Digital Economic Cooperation (MDEC) untuk menyediakan modul pembelajaran berstruktur dalam buku teks mata pelajaran Asas Sains Komputer dan Reka Bentuk Teknologi.

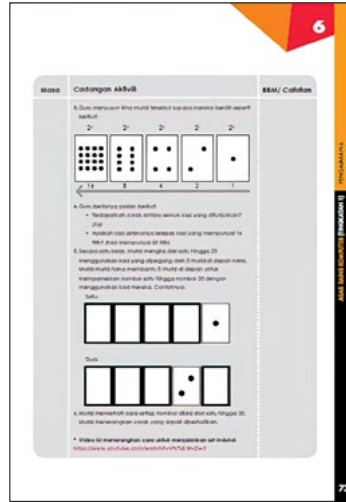
“Salah satu perubahan terbesar ialah kami beralih daripada menggunakan teknologi kepada menghasilkan teknologi.”

- Encik David Chak, Pengasas Bersama, Akademi Arus, Malaysia

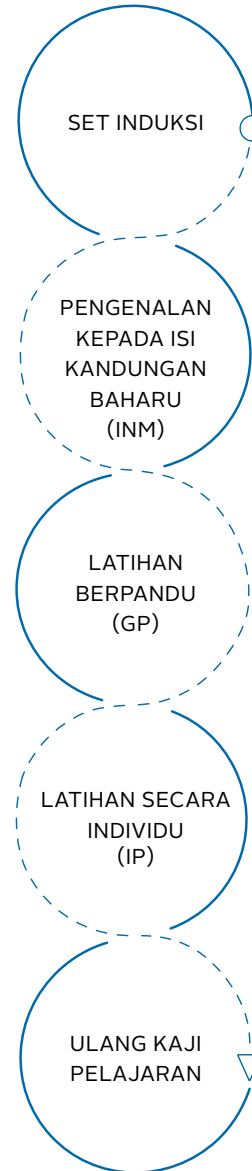
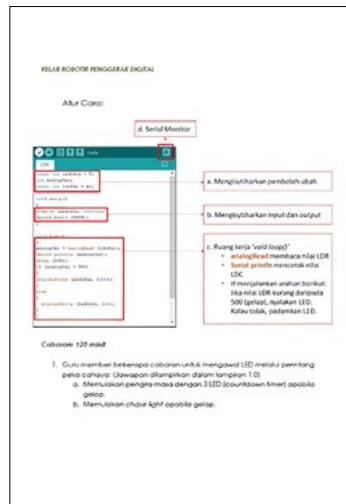




Modul pengajaran dan pembelajaran Asas Sains Komputer Tingkatan 1; murid diperkenalkan dengan permainan mengira yang mudah dengan menggunakan kad nombor binari



Buku teks bagi modul kokurikulum Robotik; murid diberikan cabaran untuk diselesaikan secara berdikari selepas mempelajari sesuatu konsep



Lima langkah perancangan pengajaran

O1

SET INDUKSI

Guru menyediakan murid pada permulaan pengajaran dan pembelajaran menggunakan pencetus yang menarik bagi menimbulkan minat murid untuk mempelajari kandungan baharu. Guru boleh memperkenalkan konsep baru kepada murid dengan mengaitkannya dengan isi kandungan yang telah dipelajari sebelum ini.

Akademi Arus telah membangunkan satu modul pendidikan sains komputer peringkat Gred 11 menggunakan sejenis struktur data yang dikenali sebagai Array. Mereka memulakan bab tersebut dengan masalah merekod markah perlawanan bola sepak, dan memperkenalkan senario di mana murid perlu menyimpan sejumlah besar maklumat. Murid kemudiannya diperkenalkan dengan konsep Array untuk menyelesaikan masalah tersebut.



IMBAS UNTUK BELAJAR:

Array dan kepentingannya dalam sains komputer





IMBAS UNTUK BELAJAR

Modul pembelajaran berstruktur yang diguna pakai

[dalam buku teks yang menggunakan bahasa Melayu sebagai bahasa pengantar:](#)



[dalam buku teks yang menggunakan bahasa Cina sebagai bahasa pengantar:](#)



02

PENGENALAN KEPADA ISI KANDUNGAN BAHARU (INM)

Selepas set induksi, konsep baru kemudiannya diperkenalkan kepada murid dengan menggunakan pelbagai contoh dan analogi yang terperinci. Contohnya, apakah Array? Apa yang boleh dilakukan oleh Array? Bagaimanakah kita menggunakan konsep ini dalam senario dunia sebenar?

03

LATIHAN BERPANDU (GP)

Buku teks ini kemudiannya membimbing murid melalui latihan berpandu, contohnya menulis aturcara untuk memanipulasi Array. Guru melakukan latihan berpandu ini bersama murid dengan memberi arahan langkah demi langkah dan menyemak pemahaman murid secara kerap.

04

LATIHAN SECARA INDIVIDU (IP)

Murid kemudiannya mendapat peluang untuk melakukan latihan ini secara sendiri berdasarkan konsep yang telah dipelajari. Pada peringkat ini, penilaian, maklum balas dan pentaksiran formatif terhadap konsep yang telah dipelajari boleh dilaksanakan.



05

ULANG KAJI PELAJARAN

Murid imbas kembali konsep asal dan menyemak objektif pembelajaran mereka. Guru mempunyai peluang untuk menyemak pefahaman murid sekali lagi sebelum beralih ke topik seterusnya.

Cubalah!

Pilih satu konsep STEM yang anda ingin perkenalkan kepada kelas anda. Gunakan perancangan pengajaran lima langkah untuk menyediakan dan menyusun satu pelajaran tentang konsep ini.


1.2


Mengaplikasikan Proses Reka Bentuk Kejuruteraan dalam keputusan pedagogi


Encik Leo Crisologo


PROFIL INSTITUSI

Sekolah Menengah Sains Filipina (Kampus Induk)

 Bandar Quezon, Filipina

 Sekolah menengah awam di kawasan bandar

 Bilangan murid: 1,400

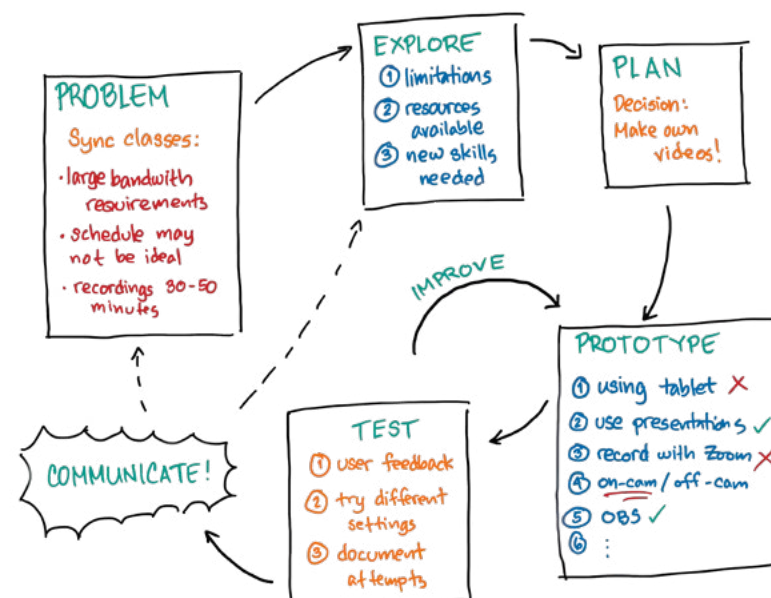
 Bilangan tenaga pengajar: 135

Dalam pendidikan STEM, murid-murid diajar kaedah saintifik untuk memperolehi pengetahuan dan menerangkan sesuatu fenomena, serta **Proses Reka Bentuk Kejuruteraan** untuk mencari dan membangunkan penyelesaian kepada sesuatu masalah. Selain daripada mengajar konsep-konsep ini kepada murid, Leo juga menggunakan proses reka bentuk kejuruteraan untuk mengenal pasti pelaksanaan pembelajaran tidak segerak yang terbaik untuk digunakan semasa pandemik bagi memastikan semua muridnya boleh mengakses pembelajaran dari rumah mereka.

“Pelajaran kami diperkukuhkan lagi apabila kami dapat menunjukkan kepada murid kami bahawa apa yang telah dipelajari mempunyai kepentingan di luar bilik darjah. Jadi saya menggunakan proses reka bentuk kejuruteraan bagi menyelesaikan masalah ekuiti akses internet.”

- Encik Leo Crisologo, Guru Matematik, Sekolah Menengah Sains Filipina, Kampus Induk

Proses Reka Bentuk Kejuruteraan



Lakaran proses reka bentuk kejuruteraan yang Leo gunakan untuk membangunkan model kelas tidak segeraknya

O1

MENTAKRIFKAN MASALAH

Pertama sekali, Leo **mentakrifkan masalah** yang beliau cuba untuk selesaikan: kelas segerak dalam talian memerlukan jalur lebar yang tinggi tetapi kebanyakan murid berkongsi jalur lebar internet mereka di rumah dengan ibu bapa dan adik-beradik yang lain dan tidak dapat terus berhubung sepanjang kelas segerak dijalankan.

O2

MERANCANG

Leo **meneroka batasannya sebagai seorang guru** dari segi masa dan kemahiran, dan mengambil keputusan untuk merakam pengajaran subjek matematikinya serta menyiarkan rakaman tersebut dalam talian. Ini menangani kebimbangannya tentang isu jalur lebar dan membolehkan murid untuk menyertai kelas matematik pada masa yang lebih sesuai dengan jadual harian mereka.

03 MENGHASILKAN PROTOTAIP

Untuk menguji keberkesanan perancangannya, Leo telah membuat beberapa **prototaip video pengajaran** untuk bereksperimen dengan peralatan yang beliau boleh gunakan dan melihat kesesuaiannya. Melalui beberapa percubaan, Leo akhirnya menggunakan dek slaid dan mempelajari cara-cara untuk menggunakan perisian penyiaran terbuka untuk merakam video pengajarannya.



04 MENGUJI

Beliau kemudiannya **meminta maklum balas** daripada murid untuk menguji sama ada video tersebut merupakan alternatif yang sesuai digunakan sewaktu kelas segerak. Beliau telah mencuba peralatan yang berbeza untuk mengajar dan merekod kelasnya, dan berulang-alik antara peringkat ujian dan prototaip untuk menambah baik produk yang disediakan kepada murid-muridnya.

05 BERKOMUNIKASI

Leo memastikan beliau **menyampaikan niat** dan langkah-langkahnya sepanjang proses itu kepada murid dan rakan sekerjanya, supaya murid dapat menghargai proses reka bentuk kejuruteraan, dan beliau juga boleh mendapatkan maklum balas daripada rakan-rakan pendidikannya.



Tips

Apabila mencuba format pengajaran yang baharu, berkomunikasi dengan kerap dengan murid anda untuk menetapkan jangkaan yang sesuai terhadap pelajaran. Ini memastikan murid memahami cara untuk menggunakan bahan yang disediakan dengan betul.

IMBAS UNTUK BELAJAR

[Proses Reka Bentuk Kejuruteraan](#)



IMBAS UNTUK BELAJAR

[Perisian siaran terbuka secara percuma seperti OBS Studio](#)



Pengajaran tidak segerak melalui video pelajaran

Dengan melalui proses reka bentuk kejuruteraan, Leo telah membangunkan penyelesaian yang:



- Menangani kebimbangannya tentang isu jalur lebar, iaitu, video YouTube yang memerlukan jalur lebar yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kelas dalam talian secara segerak



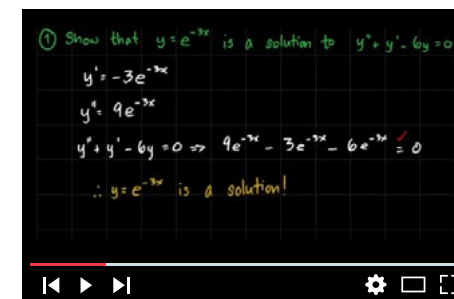
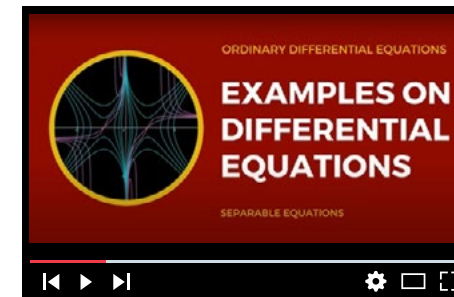
- Menjadikan pembelajaran lebih fleksibel untuk murid, supaya mereka boleh melibatkan diri dengan pelajaran pada masa yang lebih sesuai sepanjang hari atau minggu



- Memaksimumkan penglibatan murid dengan memastikan setiap video tidak melebihi 10 minit



- Memastikan bahan pengajaran adalah mudah alih dan boleh diakses oleh semua murid, dengan menyediakan pelajaran yang boleh dimuat turun dan dihantar melalui pemacu USB kepada murid di kawasan terpencil yang tidak mempunyai sambungan internet



Tangkapan skrin video rakaman di saluran YouTube Leo

IMBAS UNTUK BELAJAR

[Saluran YouTube Leo dan semua videonya dalam talian](#)



Mereka bentuk pengalaman bilik darjah berbalik

Dengan meluangkan lebih masa untuk menghasilkan video pengajaran untuk kelas matematikinya, Leo telah mengumpul banyak kandungan pengajaran yang boleh digunakan semula untuk pelajaran yang akan datang, walaupun kelas bersemuka dimulakan semula. Melalui rakamannya, beliau berupaya mengawal konteks dan kandungan pengajarannya, dan menggunakan bahasa yang diperibadikan untuk mempengaruhi dimensi sosial dalam pembelajaran.

Persekitaran sekolah yang **menggalakkan eksperimentasi** dan **menyediakan peluang untuk perkongsian** kaedah pengajaran yang berkesan telah membolehkan pengajaran melalui video ini. Leo mendapat dorongan untuk menggunakan model bilik darjah berbalik semasa kelas bersemuka dengan menggunakan video pengajarannya. Pendekatan bilik darjah berbalik memindahkan bahagian pengajaran supaya ianya berlaku di rumah. Sebagai kerja rumah, murid mendapat maklumat dengan menonton video di rumah dahulu, supaya masa di kelas boleh ditumpukan untuk aktiviti pembelajaran seperti pentaksiran, pertanyaan dan aktiviti berkumpulan.



Rujuk Bab 3.1 dalam buku panduan Mempertingkatkan Pembelajaran Jarak Jauh untuk mengetahui lebih lanjut tentang penggunaan bahan tidak segerak untuk bilik darjah berbalik!



Cubalah!

Fikirkan satu halangan pedagogi atau pentadbiran yang telah anda hadapi sebagai seorang guru. Gunakan proses reka bentuk kejuruteraan untuk menghasilkan penyelesaian yang berpotensi dan memperhalusinya mengikut keperluan anda.

1.3

Menggunakan Rangka Kerja Kuartet STEM dalam perancangan pengajaran

Dr Aik Ling Tan dan Dr Tang Wee Teo

Rangka Kerja Kuartet STEM telah dibangunkan oleh penyelidik meriSTEM@NIE di Singapura, dan merupakan rangka kerja pengajaran bagi STEM bersepadu yang berpusat pada masalah yang rumit, berterusan dan berlanjutan. Penyelesaian masalah sebegini memerlukan pengetahuan dan kemahiran daripada sekurang-kurangnya satu bidang dominan, dan proses tersebut perlu disokong dengan kemahiran, amalan atau alatan daripada bidang-bidang lain. Guru boleh menggunakan rangka kerja ini untuk menyediakan pelajaran STEM dengan mengenal pasti masalah utama yang memerlukan pengetahuan daripada dua atau lebih bidang STEM bagi membentuk sesebuah penyelesaian.

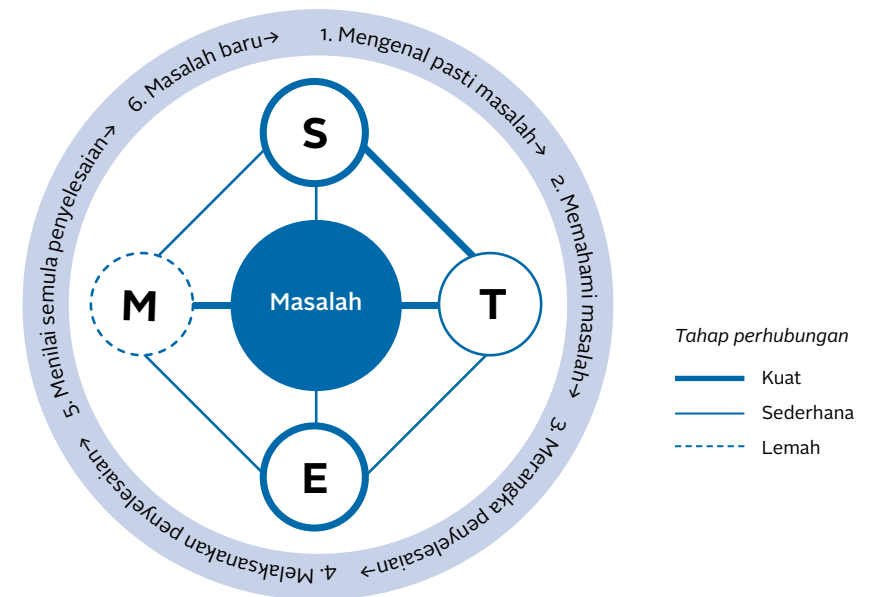
Empat ciri utama rangka kerja ini ialah:

1. Penyelesaian masalah sebagai proses keseluruhan;
2. Berpusatkan masalah dunia sebenar yang rumit, berterusan dan berlanjutan;
3. Bertumpukan hubung kait antara disiplin (iaitu sambungan mendatar); dan
4. S-T-E-M sebagai empat domain disiplin (iaitu pembelajaran menegak) di mana salah satunya merupakan disiplin utama.



Kuartet

Rangka Kerja Kuartet STEM dicipta berlandaskan idea kuartet vocal dalam muzik yang terdiri daripada empat bahagian: soprano, altos, tenor dan bes. Walaupun setiap bahagian ini boleh menghasilkan muzik tersendiri (seperti sains, matematik, kejuruteraan, dan teknologi yang masing-masing merupakan bidang tersendiri), bunyi yang boleh dihasilkan oleh sesebuah kuartet adalah lebih kaya dan merdu. Begitu juga dengan pendekatan STEM bersepadu yang boleh memberi penyelesaian yang lebih berkesan kepada masalah dunia sebenar yang rumit dan berterusan, berbanding dengan mana-mana bidang secara tersendiri.



Diadaptasi daripada: Tan, A.L., Teo, T.W., Choy, B.H. et al. The S-T-E-M Quartet. *Innov Educ* 1, 3 (2019). <https://doi.org/10.1186/s42862-019-0005-x>

Kuartet ini terdiri daripada pembelajaran menegak dan sambungan mendatar. Pembelajaran menegak bercirikan pembelajaran konseptual dan epistemik yang mendalam dalam satu disiplin. Sambungan mendatar merujuk kepada hubungan antara disiplin yang berlainan. Sesuatu masalah boleh direka bentuk untuk berfokus kepada salah satu daripada empat disiplin sebagai disiplin yang dominan atau utama, manakala tiga disiplin lain menyediakan kemahiran dan pengetahuan yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah tersebut.

Mengenal pasti masalah yang rumit, berterusan, dan berlanjutan

Penyelesaian masalah dan bukannya kerangka lain seperti pemikiran reka bentuk dipilih sebagai proses keseluruhan untuk merangkumi S-T-E-M. Dalam Kuartet ini, keaslian masalah ditentukan oleh nilai praktikalnya dan perkaitannya dengan prinsip Sains, Matematik, Teknologi atau Kejuruteraan secara amnya.

Masalah yang rumit

tidak mempunyai satu-satu jawapan yang jelas dan tidak boleh diselesaikan dengan menggunakan ilmu daripada satu disiplin sahaja;

Masalah yang berterusan

ialah masalah penjelasan yang boleh digunakan dalam konteks yang berbeza; dan

Masalah yang berlanjutan

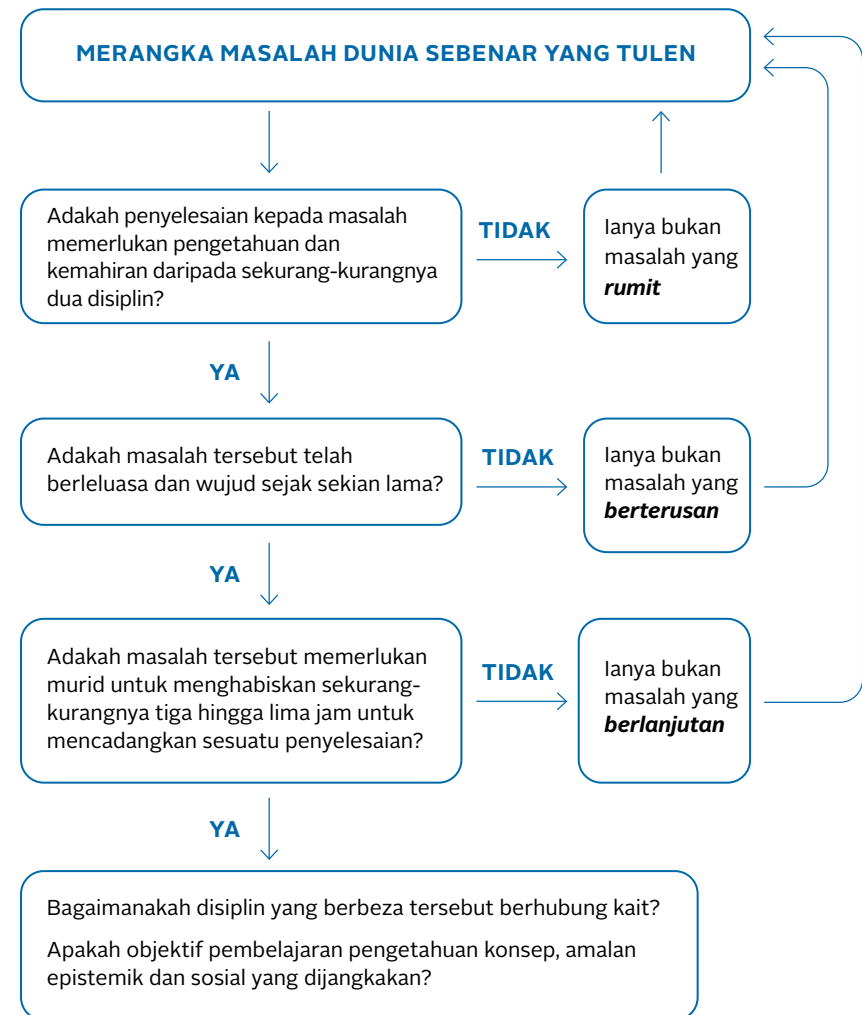
adalah mencabar dan realistik, dan ia memerlukan penglibatan, perbincangan dan penilaian prinsip asas yang lebih lama untuk menjana penyelesaian.

Beberapa contoh masalah yang rumit, berterusan, dan berlanjutan ialah:

- Seseorang yang cacat penglihatan tidak dapat melihat nombor bas yang tiba di perhentian bas apabila mereka bersendirian. *Bagaimanakah kita boleh membantu orang tersebut untuk memilih bas yang betul apabila mereka bersendirian di perhentian bas?*
- Beberapa kampung pedalaman terpencil berhampiran kawasan tropika yang dikelilingi laut berhadapan dengan masalah tiada bekalan air paip. Air minuman dihantar dengan menggunakan trak sebanyak dua kali seminggu, dan ini tidak mencukupi untuk penduduk kampung. Hujan adalah tidak menentu dan ianya bukan sumber air tawar yang boleh bergantung. *Bagaimanakah kita mewujudkan bekalan air tawar yang berterusan dan selamat digunakan?*
- Populasi penduduk di Singapura kebanyakannya semakin berumur. Golongan yang lebih tua mempunyai keperluan yang berbeza daripada mereka yang lebih muda. Memandangkan populasi semakin berumur, beberapa perubahan harus dilakukan di kawasan bandar untuk memudahkan golongan yang lebih tua untuk bergerak dan boleh menjalani kehidupan dengan lebih berdikari. *Bagaimanakah kita mewujudkan suasana kampung di bandar yang moden?*



Dengan takrifan ini, berikut ialah cara untuk mengenal pasti masalah dunia sebenar yang tulen menggunakan Rangka Kerja Kuartet STEM:



Diadaptasi daripada: Tan, AL., Teo, T.W., Choy, B.H. et al. The S-T-E-M Quartet. *Innov Educ* 1, 3 (2019). <https://doi.org/10.1186/s42862-019-0005-x>

Menggunakan Rangka Kerja Kuartet STEM untuk merancang pengajaran STEM

Berikut ialah cara untuk menggunakan Rangka Kerja Kuartet STEM untuk merancang pengajaran:



PENYUMBANG UNDANGAN

Dr Aik Ling Tan merupakan Profesor Madya dalam pendidikan sains di Kumpulan Akademik Sains Semula Jadi dan Pendidikan Sains, Institut Pendidikan Kebangsaan, Singapura. Beliau mengajar kursus kaedah pendidikan biologi dan kursus yang berkaitan dengan kurikulum STEM bersepadu. Beliau berkhidmat di beberapa jawatankuasa kajian semula kurikulum sains dan pembangunan sumber di Singapura.


Dr Tang Wee Teo merupakan Profesor Madya di Kumpulan Akademik Sains Semula Jadi dan Pendidikan Sains, Institut Pendidikan Kebangsaan, Singapura. Beliau juga Ketua Bersama Pusat Pendidikan Multisentrik, Penyelidikan dan Industri STEM (meriSTEM@NIE). Beliau juga merupakan Pengasas dan Ketua Editor jurnal *Research in Integrated STEM Education*.

Bab 1.3 dipetik dan diadaptasi daripada:
Tan, AL., Teo, T.W., Choy, B.H. et al. The S-T-E-M Quartet. *Innov Educ* 1, 3 (2019).
<https://doi.org/10.1186/s42862-019-0005-x>

Cubalah!

Gunakan carta alir di atas untuk mengenal pasti masalah dunia sebenar yang rumit, berterusan, dan berlanjutan.

IMBAS UNTUK BELAJAR

[Rangka Kerja Kuartet STEM dan cara yang anda boleh gunakan di bilik darjah anda](#) 




Bagaimanakah anda boleh bekerja dalam lingkungan dan merentas disiplin STEM, dan bekerjasama dengan guru-guru yang lain untuk mengadakan pelajaran STEM yang dapat menangani masalah tersebut?

Sudah cuba?

Kongsikan refleksi dan pelaksanaan bilik darjah anda dengan rakan-rakan pendidik! Sertai perbincangan dalam kumpulan pembelajaran sosial kami, *Teaching, Leading, Learning* di Facebook.

IMBAS UNTUK MELAYARI

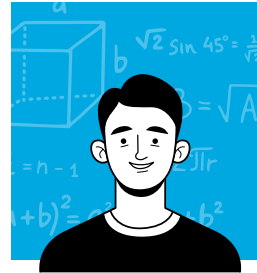
**Teaching,
Leading,
Learning** 



1.4

Topik Perbincangan: Adakah pendidikan STEM bersesuaian untuk semua?

Soalan: Adakah ianya wajar bagi STEM untuk diajar pada setiap peringkat umur? Bagaimanakah pula dengan murid yang lebih muda?



ENCIK LEO CRISOLOGO

Guru matematik,
Sekolah Menengah Sains
Filipina (Kampus Induk)

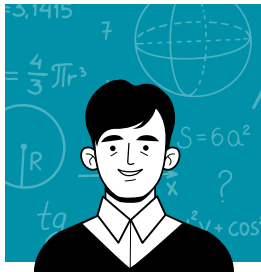
Untuk menjawab soalan ini, kita perlu terlebih dahulu memahami perkara yang kita inginkan murid-murid untuk belajar daripada STEM. Apabila kita mengajar STEM, kita mahukan murid untuk memahami kedua-dua **proses saintifik**: iaitu cara kita menemui, mengetahui dan mengesahkan perkara yang kita ketahui, dan juga **proses reka bentuk kejuruteraan**: salah satu cara untuk menyelesaikan masalah. Sains sudah tentunya boleh diajar seawal tahap tadika, di mana murid mempelajari tentang bunga, tumbuhan, dan haiwan. Kita boleh mengutarakan soalan dengan cara yang menekankan kaedah saintifik. Ini membantu murid memahami sebab kita boleh mengatakan sesuatu itu benar secara saintifik. Bagi aspek penyelesaian masalah, kita boleh memberikan cabaran kepada murid dan mereka boleh menggunakan cara yang mudah untuk menyelesaikan masalah yang senang. Khusus buat murid yang lebih muda, kami tidak perlu memberitahu murid bahawa kami sedang mengajar STEM, ia boleh digabungkan sebagai sebahagian daripada permainan dan demonstrasi sewaktu pembelajaran dan bukannya diajar secara eksplisit.



ENCIK DAVID CHAK

Pengasas Bersama,
Akademi Arus, Malaysia

Pengenalan STEM untuk murid yang lebih muda boleh menjadi sangat efektif dengan menggunakan pembelajaran berasaskan permainan dan alat permainan seperti pasir kinetik dan LEGO. Yayasan LEGO, sebagai contoh, mempunyai buku panduan mengenai ini. Anda boleh membahagikan pengajaran STEM kepada: 1) cara pemikiran STEM, 2) pengetahuan STEM, dan 3) konsep STEM — dan fokus pada aktiviti mudah yang menangani satu aspek pada satu masa.



DR ARIEL BABIERRA

Profesor Madya Matematik,
Institut Sains Matematik
dan Fizik, Universiti Filipina
Los Baños

STEM perlu diperkenalkan sebagai sebahagian daripada proses pembelajaran semula jadi. Ianya tidak boleh dipaksa dan harus diwujudkan dalam semua mata pelajaran dan disiplin — bukan hanya dalam mata pelajaran STEM sahaja.

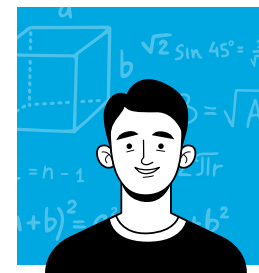
Saya selalu bertanya kepada murid-murid saya pada permulaan setiap semester "Apakah perkara pertama yang anda belajar dalam subjek matematik?" Ramai yang akan menjawab nombor dan bentuk, tetapi pada pendapat saya, pengalaman pertama kami dalam STEM atau sains adalah mempelajari tentang pengelasan objek mengikut warna. Pengelasan adalah kemahiran penting dalam hampir semua mata pelajaran, terutamanya sains dan matematik. Itulah kemahiran yang kita pelajari pada kemudian hari dan dibina berdasarkan pengetahuan awal itu. Bermula dengan asas yang lebih rendah adalah penting untuk pendidikan STEM pada peringkat yang lebih tinggi.



ENCIK DAVID CHAK

Pengasas Bersama,
Akademi Arus, Malaysia

Tidak sama sekali! Kami bekerjasama dengan sekolah-sekolah di kawasan pedalaman Malaysia di mana bekalan elektrik dan sambungan internet adalah terhad, dan kami telah mencipta beberapa permainan board games supaya murid-murid ini mempelajari pengekodan. Pada pendapat saya, satu perkara yang perlu kita ingat ialah apabila ianya berkaitan dengan pendidikan, kita harus menjadi lebih kreatif dari segi sumber. Kami juga memuat naik video ke dalam pemacu USB supaya murid boleh mempelajari konsep STEM menggunakan TV mereka. Anda tidak memerlukan permainan atau peralatan khusus, anda hanya memerlukan imaginasi dan keinginan untuk menjalankan aktiviti STEM untuk murid-murid.



**ENCIK LEO
CRISOLOGO**

Guru matematik,
Sekolah Menengah Sains
Filipina (Kampus Induk)

Menjalani aktiviti STEM dengan kos yang rendah bukan perkara yang mustahil. Memandangkan kami telah memindahkan pelajaran ke dalam talian, sekolah kami telah menggunakan skop lipatan iaitu mikroskop yang menggunakan kanta plastik dan boleh dipasang oleh murid di rumah dengan menggunakan kadbod. Murid telah menggunakan skop lipatan ini pada festival sains yang dianjurkan baru-baru ini untuk menjalankan pemerhatian astronomi yang mudah. Walaupun ianya boleh menjadi sukar dan memerlukan sedikit usaha untuk guru menyediakan aktiviti ini dan juga mengujinya, ianya ialah perkara yang boleh dilakukan.



Fikirkan!

Pada pendapat anda, apakah persamaan yang wujud dalam pengajaran dan pembelajaran STEM?

Memandangkan anda telah selesai membaca bab ini, inilah perspektif kami!

Proses reka bentuk kejuruteraan, pembelajaran berasaskan masalah dan Rangka Kerja Kuartet STEM semuanya berakar umbi daripada usaha menyelesaikan masalah dunia sebenar yang kompleks melalui penyelesaian antara disiplin dan berasaskan pertanyaan. Gunakan rangka kerja dan idea-idea ini untuk mereka bentuk pelajaran STEM dan *scaffold* pembelajaran murid anda!

Apakah yang akan anda buat? Adakah ianya serupa seperti di atas?

Catatkan pemikiran anda!



2

MENJADIKAN PENGAJARAN DAN PEMBELAJARAN STEM LEBIH RELEVAN

Pembelajaran Berasaskan Masalah dan aplikasi kepada isu dunia sebenar adalah komponen teras dalam pendidikan STEM. Dengan menggabungkan komponen dunia sebenar dan interdisiplin dalam kelas anda, murid boleh membentuk semula pandangan dunia mereka melalui siasatan dan aktiviti berasaskan STEM, dan memupuk kemahiran insaniah yang diperlukan untuk berkembang maju pada abad ke-21. Dalam bab ini, kita melihat contoh-contoh Pembelajaran Berasaskan Masalah yang berbeza bagi pelbagai mata pelajaran STEM, dan memahami bagaimana pendidikan STEM holistik boleh disepadukan dalam mata pelajaran teknikal seperti Matematik.

Objektif pembelajaran:

- Mempelajari cara pelaksanaan Pembelajaran Berasaskan Masalah dalam bilik darjah yang berbeza
- Memahami prinsip panduan Biomimikri sebagai sejenis proses Pemikiran Reka Bentuk
- Memahami cara mengintegrasikan kemahiran insaniah teras dalam kelas Matematik untuk memupuk kemahiran abad ke-21

Fikirkan!

Pada pendapat anda, apakah ciri umum penyelesaian masalah atau proses pemikiran reka bentuk STEM?

Dengari perspektif kami pada penghujung bab ini!

2.1

Mengajar kemahiran insaniah dalam mata pelajaran Matematik


Dr Ariel Babierra


PROFIL INSTITUSI


Universiti Filipina Los Baños

 Laguna, Filipina

 Universiti

 Institut Sains Matematik dan Fizik

 Bilangan murid: 1,200

 Bilangan tenaga pengajar: ~50

Sejak tahun 2018, tumpuan kursus Matematik Pendidikan Am di Universiti Filipina Los Baños (UPLB) telah beralih daripada menguasai kemahiran teknikal kepada **pembelajaran sepanjang hayat dan kemahiran teras** melalui pemahaman Matematik. Kursus Pendidikan Am **Math 10: Matematik, Budaya dan Masyarakat** telah dibentuk dengan matlamat ini.

Objektif Pembelajaran Kursus

- ✓ **Jelaskan** sifat Matematik sebagai disiplin intelektual dan kreatif
- ✓ **Kenal pasti** kepentingan Matematik dalam pelbagai aktiviti manusia
- ✓ **Hubung kait** konsep Matematik dengan bidang yang anda minati
- ✓ **Bincang** secara kritis isu dan trend tempatan dan global dalam Matematik
- ✓ **Analisis** interaksi Matematik dan masyarakat
- ✓ **Hasilkan** kerja kreatif atau penyelidikan yang diilhamkan oleh idea Matematik

Mengajar kemahiran insaniah teras STEM

Kemahiran STEM sering dilihat sebagai kemahiran teknikal yang berkaitan dengan disiplin STEM. Walau bagaimanapun, perkara sebaliknya juga adalah benar: kita boleh menggunakan bilik darjah STEM untuk meningkatkan kemahiran insaniah dengan menyepadukan STEM dalam aktiviti kemahiran insaniah. Murid akan mendapat perspektif yang lebih meluas di mana STEM melangkaui sesebuah mata pelajaran dan merentasi semua jenis disiplin dan profesion.

Beberapa kemahiran insaniah utama dalam STEM ialah:



IMBAS UNTUK BELAJAR

Kompetensi abad ke-21



Dr Ariel mencadangkan lima prinsip untuk memperkenalkan kemahiran insaniah dalam kelas Matematik anda:



1. Kreativiti adalah kunci yang penting

Kreativiti boleh mencungkil yang terbaik bukan sahaja daripada murid, tetapi juga daripada guru. Dr Ariel meminta kelasnya untuk menghasilkan komik, di mana murid dapat memasukkan unsur-unsur cerita ke dalam hasil kerja mereka dan bukan sekadar menghasilkan projek poster yang bersifat teknikal.

Dr Ariel juga dapat mengaplikasikan latihan yang kreatif ini ke dalam kelas Matematiknya. Beliau mencipta segmen Meme Friday dalam

kursus Matematik lanjutan, di mana murid diminta untuk menerangkan meme tentang nombor kompleks dan fungsi kompleks yang mereka temui di internet untuk menunjukkan pemahaman mereka.



Papan putih mempamerkan projek komik dari kelas Dr Ariel




Wall of Math memes daripada Meme Friday

Dengan membenarkan projek kreatif dalam kelasnya, Dr Ariel mendapati muridnya berupaya untuk menghasilkan kerja yang lebih menarik dan menyentuh pelbagai aspek. Sebuah kumpulan yang terdiri daripada tiga orang murid telah membina laman web tentang corak tekstil tenunan dari wilayah Cordillera di Filipina dan membuat analisis kristalografi yang mudah tentang corak ini. Murid-murid lain pula telah menghasilkan majalah digital, video pendek, infografik dan lagu. Beliau tidak akan mendapat hasil kerja yang menarik sebegini jika beliau memilih jenis pentaksiran akhir yang lebih berfokuskan fakta.




Tangkapan skrin laman web yang dihasilkan oleh murid untuk kelas Dr Ariel

IMBAS UNTUK BELAJAR

Laman web yang dihasilkan oleh murid, dan gambaran tentang topik itu 



IMBAS UNTUK BELAJAR

Idea dan sumber rujukan untuk mengintegrasikan kreativiti dalam kelas Matematik 



2. Perkaitan melangkahi kreativiti

Mencari perkaitan melalui latihan kelas tidak semestinya membawa impak yang terlalu besar. Aktiviti yang memberi kesan boleh menjadi relevan dengan hanya menyediakan konteks. Dalam topik pengukuran, Dr Ariel **menyediakan aktiviti yang berkaitan dengan ruang dan objek harian**. Dalam kelas bersemuka, Dr Ariel menugaskan muridnya untuk mencari isi padu kolam kosong di kawasan sekolah. Tugasan lain termasuk ukuran ketinggian menara, dan pengiraan isi padu kotak pembungkusan yang terdapat di rumah.

Sesuatu topik juga boleh menjadi relevan dengan **menyediakan konteks budaya** seperti warisan sosial, budaya popular, mahupun aktiviti seharian. Beberapa contoh ialah: nama saintifik flora dan fauna tempatan, nisbah dan perkadaran dalam resipi memasak, nama kimia bahan-bahan dalam barangan runcit, atau temu bual dengan pengamal STEM tempatan. Temu bual ini boleh dilakukan walaupun dalam kelas bukan STEM seperti kelas Bahasa Inggeris, di mana murid boleh ditugaskan untuk membuat laporan pengalaman mereka.

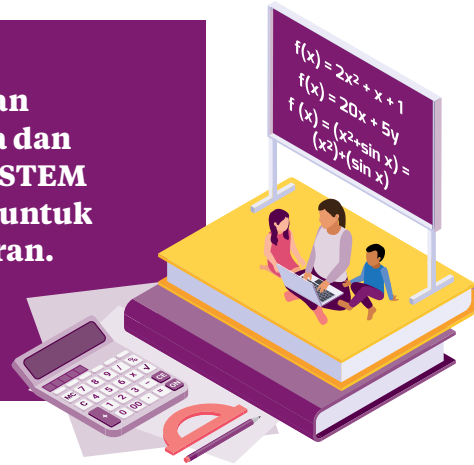
Satu lagi cara untuk menjadikan aktiviti STEM relevan ialah dengan meminta murid untuk **mencari penyelesaian kepada masalah melalui pengalaman sebenar mereka sendiri**. Dalam latihan pengesahan kebenaran hujah, Dr Ariel biasanya tidak memberikan kelas hanya satu hujah untuk diteliti. Sebaliknya, beliau meminta murid untuk membuat contoh pernyataan daripada topik di media popular. Ini menggambarkan bagaimana murid akan berhadapan dengan hujah dalam kehidupan sebenar, dan boleh menentang penyebaran berita palsu dan kebenaran alternatif.



Kolam di kawasan sekolah di mana murid ditugaskan untuk mengukur isipadunya

“Murid harus bersedia dan yakin untuk memeriksa dan menilai situasi sendiri. STEM menyediakan platform untuk mengenal pasti kebenaran.

- Dr Ariel Babierra, Profesor Madya Matematik, Institut Sains Matematik dan Fizik, Universiti Filipina Los Baños



3. Mewujudkan ruang selamat untuk melakukan kesilapan



Terdapat persepsi bahawa subjek Matematik, dan STEM secara amnya, bergantung sepenuhnya pada jawapan yang betul. Sudah tentunya, pengukuran yang salah boleh mendatangkan bahaya dalam makmal penyelidikan dan ralat pengiraan di tempat kerja boleh membawa padah. Namun, bilik darjah boleh dan harus menjadi ruang yang selamat di mana guru boleh membimbing murid untuk mencuba, membuat kesilapan dan belajar daripada kesilapan. Dengan cara ini, murid diajar untuk menghadapi jawapan yang salah dan belajar daripada kesilapan mereka sendiri dengan berani.

Ini boleh dilakukan dengan cara yang mudah:



Memberi maklum balas terhadap kerja murid dan bukannya segera menandakan kesilapan dan memberi markah akhir



Menjalankan aktiviti dan penilaian secara kolaboratif

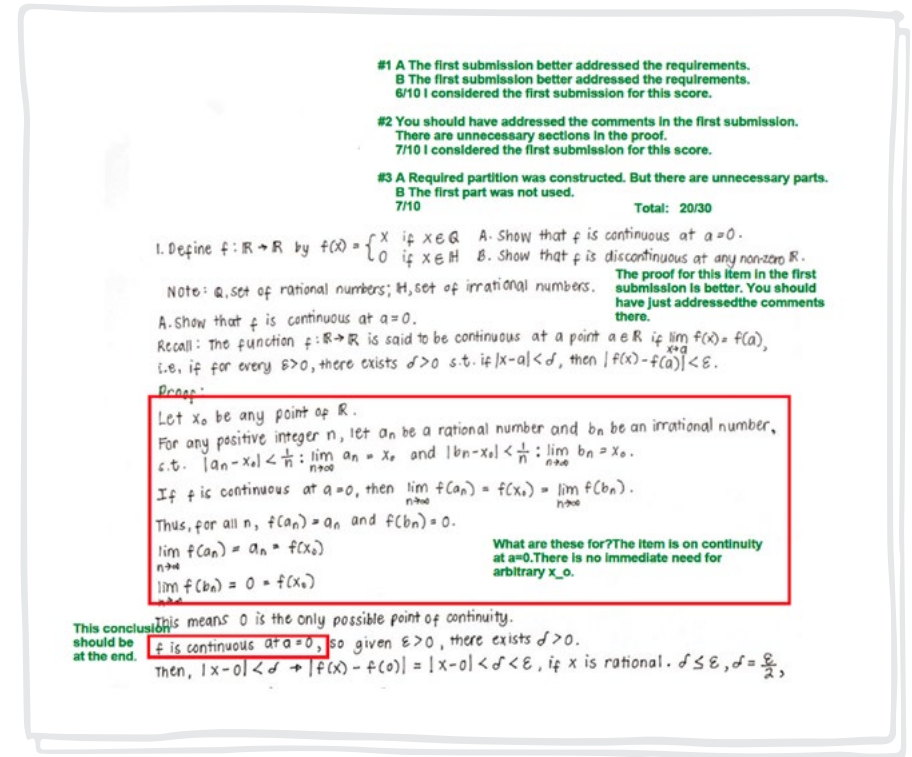


Memberi peluang kepada murid untuk memberi maklum balas tentang kerja mereka sendiri sebelum memberi markah



Mementingkan kemajuan murid daripada jawapan yang betul

Perkara ini memerlukan sedikit usaha, namun, ia mewujudkan kerjasama yang berharga antara murid dan guru demi kepentingan pembelajaran murid.



Contoh maklum balas Dr Ariel terhadap hasil kerja murid



4. Memperbaharui sistem pemarkahan

Menggalakkan penguasaan kemahiran insaniah dalam kelas anda dengan menyertakan kemahiran ini dalam rubrik pemarkahan anda. Guru boleh menggabungkan markah untuk organisasi dan kreativiti pembentangan, pembinaan ayat yang betul dan keaslian projek — kesemuanya kemahiran yang diperlukan di tempat kerja. Murid boleh dimaklumkan tentang rubrik pemarkahan pada permulaan kelas untuk memupuk kesedaran mereka tentang kepentingan bidang lain, berbanding dengan hanya memberikan jawapan yang betul.

How your work will be scored

This activity is for 20 points with the following distribution of points.

Category	Score			
	4	3	2	1
Content: completeness, correctness and coherence 12 pts (4 pts per question, total of 3 questions)	The question is addressed completely, correctly and coherently.	The question is addressed correctly and coherently but some elements are lacking.	The question is addressed but is lacking and is incoherent.	The question is addressed but incorrectly or incoherently answered.
Aesthetic: creativity and appropriateness 4 pts	The submission has appropriate creative elements.	Satisfactory and appropriate submission but lacks creativity.	Satisfactory submission but is inappropriate.	Simply submitted, lacking creativity or inappropriate.
Formats and submission 4 pts	All formatting requirements are satisfied and is submitted accordingly.	Some formatting requirements are not satisfied. The submission requirements are satisfied.	Some formatting requirements are not satisfied. Submitted late.	Formatting requirements are not satisfied. Submitted late.

Rubrik pemarkahan kelas Dr Ariel

5. Berikan masa dan ruang untuk refleksi



Akhir sekali, sentiasa memberikan masa dan ruang untuk melakukan refleksi di kelas dan bukan hanya menamatkan kelas dengan kerja rumah atau tugasan. Mengapa tidak bertanyakan soalan reflektif atau menetapkan topik penyelidikan yang ringkas dan mudah? Perkara ini juga harus diamalkan oleh guru; selepas setiap aktiviti, luangkan masa untuk melakukan refleksi singkat tentang perjalanan kelas.

Quick Q&A #3.
Calculus, changes and me
Answer the question

How is calculus used in understanding CHANGE in your field of study?

Contoh soalan reflektif dan latihan dari kelas Dr Ariel



Tips

Bina kecekapan kemahiran insaniah STEM dalam pengajaran anda dengan:

- Bekerjasama dengan yang lain, sama ada rakan guru, pendidik disiplin lain, atau murid anda sendiri
- Menggabungkan minat dan pengalaman anda sendiri ke dalam pengajaran STEM untuk menjadikannya lebih berkaitan dengan murid
- Melangkaui disiplin STEM untuk mencipta pengalaman pembelajaran yang bersifat holistik bagi memahami dunia di sekeliling kita

Cubalah!

Fikirkan satu tugasan di kelas anda dan pertimbangkan bagaimana anda boleh menggabungkan mana-mana tips di atas untuk mengubahsuai tugasan tersebut: bolehkah anda melaraskan rubrik pemarkahan anda? membenarkan projek kreatif? melakukan beberapa pusingan semakan sebelum pengedaran? menggabungkan contoh kehidupan sebenar ke dalam pentaksiran?

Apakah kompetensi kemahiran insaniah yang ingin anda pupuk dalam diri murid anda dengan pengubahsuaian tugas tersebut?

2.2

STEM dalam konteks masalah kehidupan sebenar

Encik David Chak

PROFIL INSTITUSI

Akademi Arus



Bukit Mertajam, Pulau Pinang dan Kuala Lumpur, Malaysia



Perusahaan sosial bukan berasaskan keuntungan



Bilangan murid: 20,000



Bilangan tenaga pengajar: 6

Dengan pemikiran kritis dan penyelesaian masalah sebagai teras pendidikan STEM, Pembelajaran Berasaskan Masalah (PBL) ialah kaedah yang terbaik untuk menggalakkan murid untuk menyasat konsep STEM. David dan pasukannya di Akademi Arus telah bekerjasama dengan Kementerian Pendidikan Malaysia untuk menulis buku teks Reka Bentuk dan Teknologi bagi murid tahun 5 dengan menggunakan PBL sebagai format pengajaran teras. Murid mempelajari kemahiran penyelesaian masalah dan aplikasi pengetahuan dalam bab contoh ini mengenai tenaga yang boleh diperbaharui ini:

01

Bab ini bermula dengan konteks masalah

Guru menerangkan penggunaan empangan mikro hidro di kawasan pedalaman Malaysia.

Murid berasa kagum kerana tenaga boleh diperbaharui boleh membekalkan tenaga elektrik ke kawasan luar bandar di Malaysia.

Murid kemudiannya membincangkan bagaimana mereka boleh menyumbang kepada kesejahteraan mereka yang tidak mempunyai sambungan elektrik dengan membina lampu berkuasa solar.

策划和制作绿色产品

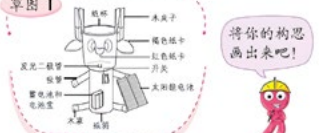


绘制草图设计



先了解设计的操作原理，并确定所需的基本电子元件，再构思结构和材料后，用草图呈现。

草图 1



草图 2



草图 3



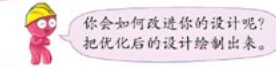
02

Murid bermula dengan memikirkan dan melakar komponen yang diperlukan untuk penyelesaian yang dicadangkan

Murid mengadakan perbincangan tentang komponen yang diperlukan untuk melaksanakan projek lampu berkuasa solar, dan seterusnya menyiapkan tiga lakaran berbeza untuk reka bentuknya.

改进和优化设计

分析每个草图设计的优缺点后，挑选最合适的设计，改进缺点以获得更完善的设计。



04

Reka bentuk dioptimumkan dan diperhalusi

Murid berbincang tentang faktor-faktor mereka memilih reka bentuk yang kedua, dan seterusnya meningkatkan dan membaik pulih reka bentuk projek mereka dari segi fungsi.

03

Murid kemudiannya dibimbing mengenai reka bentuk penyelesaian yang berbeza, dan menilai reka bentuk lakaran mereka yang terbaik

Murid membincangkan elemen yang berbeza dalam penilaian reka bentuk supaya mereka boleh memilih reka bentuk yang terbaik.

评估草图设计

对每个设计的实用性、耐用性、方便性、稳固性、美观性、制作难度等各方面进行评估，筛选最合适的设计。



	草图 1	草图 2	草图 3
实用性	亮度不足 容易积尘	亮度中等 容易积尘	……
耐用性	不耐用	耐用	……
方便性	容易携带	容易携带	……
稳固性	不稳固	稳固	……
美观性	可爱别致	简约大方	……
制作难度	材料易取得 制作简易	材料易取得 制作简易	……

与同学互相交换草图设计并进行评估吧!

05

Murid kemudiannya mencipta prototaip penyelesaian yang berfungsi, dan menguji sama ada ianya boleh digunakan

Murid membincangkan peralatan yang akan mereka gunakan untuk membuat projek tersebut, sambil mencadangkan penggunaan bahan kitar semula seperti botol plastik.

选择所需的材料、工具和电子元件



Murid mengira kos bahan-bahan yang diperlukan untuk menjalankan projek.

主体可以再利用材料制作，降低了成本。

每样所需的数量是多少？

RM10.00

RM7.50

RM2.70

RM0.40

RM0.20

RM0.40

RM0.20

RM0.30

序号	材料	数量	单价	总价
1	太阳能电池			
2	发光二极管			
3	二极管			
4	开关			
5	蓄电池			
6	电池盒			
7	接线端子			
8	电线			
9	热缩胶			
			总额	

总额是……

你预算的项目成本是多少呢？

06 Murid menilai perjalanan proses itu bagi mereka dan berkongsi penemuan mereka bersama yang lain

Murid melibatkan diri dalam sesi perkongsian tentang projek mereka dan proses-proses yang dilalui.

作品分享

制作完成后，在“环保创意市集”上向师生解说太阳能灯的制作过程。

这个太阳能灯的概念来自于……我们经过讨论，从草图中选出最满意的一个……在制作过程中……优化后的作品能够照亮黑夜。

给老师的建议

- 提醒学生必须先测试太阳能灯是否能操作，再将清水装满瓶子，然后协助他们在水中加入几滴漂白剂。
- 引导学生说出在太阳能灯无法操作时应该采取的行动。
- 举办环保创意市集，让学生展示和解说作品，并鼓励反馈意见让设计更完善。同时，也可让学生在义卖会售卖作品，以提高他们对行销和金钱运用的概念。
- 让学生知道在分享作品时，需完整地叙述完成整个项目的经验。

5.1.8

Banyak elemen dalam PBL menggunakan Proses Reka Bentuk Kejuruteraan. Rujuk Bab 1.2 untuk membaca dengan lebih lanjut tentang proses ini dan cara ianya boleh digunakan untuk menyelesaikan pelbagai masalah, termasuk pilihan pedagogi.

动手制作太阳能灯

太阳能灯主要是由主体和电路构成的。

那让我们先制作主体吧！

制作主体

将连接电线的发光二极管穿过瓶盖洞口，再穿入接驳好的吸管中进行密封固定。

为什么要密封固定？

以正确的方法使用电钻、热熔胶枪和锋利工具，以免发生意外。

放入洞口中

Murid menjalankan langkah-langkah untuk mencipta penyelesaian mereka, iaitu lampu berkuasa solar.

“Murid belajar dengan mengaplikasikan apa yang mereka tahu, dan bukannya sekadar meluahkan apa yang mereka tahu dalam peperiksaan.

- Encik David Chak, Pengasas bersama, Akademi Arus, Malaysia

IMBAS UNTUK BELAJAR Pendidikan PBL dan STEAM: Kesesuaian semula jadi

Menggunakan pendekatan Berasaskan Projek dalam pembelajaran STEM



*STEAM merujuk kepada sains, teknologi, kejuruteraan, pertanian dan matematik. Ketahui dengan lebih lanjut mengenai pendidikan STEAM di Bab 3!

Membawa STEM ke luar bilik darjah

Bagi memberikan peluang kepada murid untuk mengaplikasikan pengetahuan dan kemahiran menyelesaikan masalah di dunia sebenar, Akademi Arus mengadakan pertandingan pengekodan kebangsaan **Kita #bolehcode** bagi murid tahun 5 hingga Tingkatan 4. Pemenang kategori Microbit 2021 ialah Austin Weibin yang berusia 11 tahun. Dia telah menggunakan pengetahuannya dalam Teknologi Reka Bentuk untuk mencadangkan penyelesaian kepada masalah pemanduan yang agresif.



Pembentangan Austin yang meraih kemenangan

Austin mempraktikkan pembelajarannya daripada kelas pengekodan Tahun 5 untuk mencipta Ecobit. Peranti ini boleh memberi amaran kepada pemandu apabila mereka memandu secara agresif melalui penggera visual dan audio. Peranti ini juga menjejak dan merekodkan tingkah laku pemanduan pengguna untuk menjana satu skor di mana pemandu mendapat atau kehilangan mata berdasarkan pemanduan mereka yang berhemah atau tidak.

2.3

Menggabungkan Biomimikri dalam pengajaran STEM

Dr Chatree Faikhamta

PROFIL INSTITUSI

Universiti Kasetsart

- Bangkok, Thailand
- Universiti awam
- Fakulti Pendidikan
- Bilangan murid: 1,000
- Bilangan tenaga pengajar: 110

STEM di Thailand adalah pendekatan yang mengintegrasikan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik, dengan tumpuan khas kepada penyelesaian masalah kehidupan sebenar, termasuk pembangunan proses atau produk baharu yang memberi manfaat kepada kehidupan dan pekerjaan manusia. Ia:

1. Berfokus pada isu dan masalah dunia yang sebenar
2. Melibatkan murid dalam inkuiri amali dan penerokaan terbuka
3. Melibatkan murid dalam kerja berpasukan yang produktif
4. Memperkasakan kemahiran berfikir aras tinggi murid
5. Mengaplikasikan kandungan mampat yang dipelajari oleh murid
6. Membolehkan jawapan betul yang berlainan dan mengubah takrifan kegagalan sebagai sebahagian daripada proses pembelajaran yang penting

Biomimikri diajar dalam kelas STEM sebagai satu bentuk Pembelajaran Berasaskan Masalah. Biomimikri adalah amalan untuk belajar dan meniru strategi daripada alam semula jadi untuk menyelesaikan cabaran reka bentuk manusia. Murid mempelajari bagaimana kereta api berkelajuan tinggi berbentuk seperti paruh burung raja untuk meningkatkan aerodinamik dan mengurangkan pencemaran bunyi. Begitu juga dengan reka bentuk kereta yang direka bentuk mengikut bentuk spesies ikan bagi mengurangkan daya seretan dan penggunaan tenaga.



Paruh burung raja menjadi model rujukan bagi kon hidung kereta api berkelajuan tinggi Shinkansen Siri 500 di Jepun

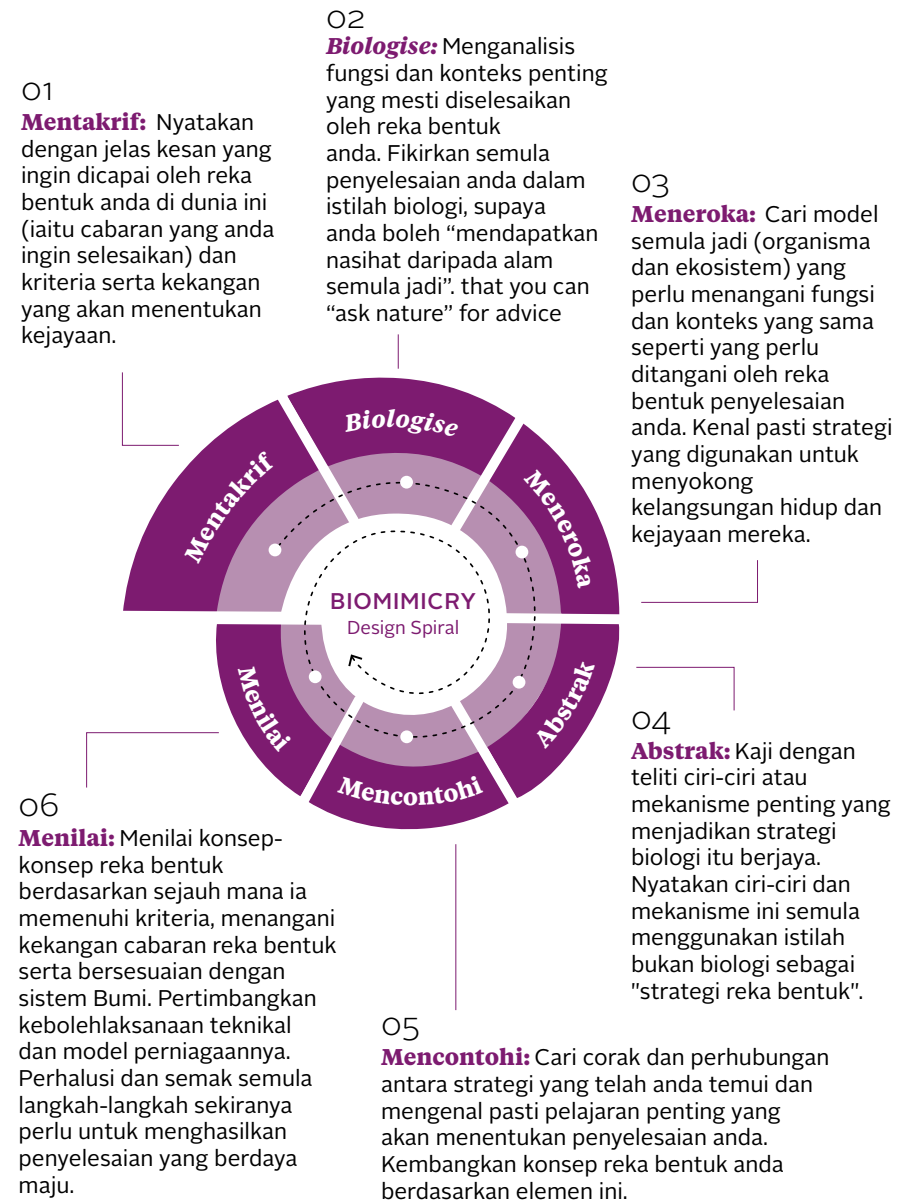


Mercedes-Benz merujuk kepada ikan kotak dalam konsep kereta bionik mereka

Untuk membawa konsep ini ke dalam bilik darjah, Dr Chatree dan rakan-rakannya menggunakan Biomimikri sebagai satu bentuk Pembelajaran Berasaskan Masalah dalam pelajaran STEM.



Lingkaran Biomimikri mempunyai enam langkah utama:



Lingkaran Biomimikri, direka oleh Institut Biomimikri

Murid Gred 11 dibimbing untuk menghasilkan inovasi mereka untuk menyelesaikan masalah dunia sebenar dengan menggunakan prinsip Biomimikri. Satu kumpulan projek telah mencipta tangan bionik dengan menggunakan pengetahuan daripada topik sistem saraf manusia, organ deria dan pergerakan dalam mata pelajaran Biologi untuk mencipta rekaan mereka.

(atas) Prototaip tangan bionik
(bawah) Murid bekerjasama dalam latihan biomimikri



Empat cara untuk menggabungkan Biomimikri dalam bilik darjah:

1. **Memberi inspirasi kepada murid untuk meneroka** corak dan strategi alam semula jadi, dan mencontohinya untuk mereka bentuk penyelesaian mereka kepada sesebuah masalah
2. **Memupuk pemahaman asas murid** tentang Biomimikri
3. **Membawa keluar murid.** Melibatkan dan menggalakkan mereka untuk meneroka ekosistem mereka dengan cara baharu: melalui kaedah melakar dan memerhatikan perkara yang boleh mereka pelajari daripada perkara berbahaya
4. **Mencabar murid** untuk mempelajari tentang Biomimikri sambil **mengaplikasikannya** untuk menyelesaikan isu kemampanan yang besar seperti perubahan iklim



IMBAS UNTUK BELAJAR

Biomimikri dan cara anda boleh menggunakannya untuk mereka bentuk pelajaran STEM



Fikirkan

Pada pendapat anda, apakah ciri umum penyelesaian masalah atau proses pemikiran reka bentuk STEM?

Memandangkan anda telah selesai membaca bab ini, inilah perspektif kami!

Ciri umum dalam proses-proses ini adalah membenarkan kesilapan, atau beberapa pusingan membuat prototaip untuk mendapatkan jawapan yang betul atau penyelesaian yang terbaik. Proses STEM ini lebih mementingkan proses inkuiri, elaran dan penambahbaikan daripada mencapai jawapan tunggal yang betul. Ini menggalak murid untuk berinovasi dan mengutamakan proses pembelajaran untuk menjadi murid yang serba boleh dan berkeyakinan dalam menangani cabaran abad ke-21.

Apakah pendapat yang telah anda rumuskan? Adakah ianya sama dengan di atas?

Catatkan pemikiran anda!



3

MENGINTEGRASIKAN KESENIAN DALAM STEM

Berikutan peluasan pendidikan STEM, ia semakin berkembang dan merangkumi Kesenian dan Kemanusiaan di bawah payung disiplin bersepadunya yang luas — beralih daripada pendidikan STEM kepada STEAM. Dalam bab ini, kita melihat bagaimanakah pendidik telah menyepadukan Seni dalam pengajaran STEM, dan faedah-faedah praktikal yang didapati dengan menggunakan pendekatan holistik ini.

Objektif pembelajaran

- Memahami cara untuk mengintegrasikan komponen-komponen kreatif dan merentas disiplin dalam pentaksiran Matematik
- Mengetahui bagaimana program yang berjaya menggabungkan pendidikan STEM dengan kesenian dan keusahawanan
- Mempelajari daripada perspektif pendidik yang berbeza tentang faedah dan cabaran yang dialami ketika mengamalkan pendekatan antara disiplin untuk mengajar STEM

Fikirkan

Pada pendapat anda, adakah Kesenian dan Kemanusiaan saling berkaitan dengan STEM? Mengapa atau mengapa tidak?

Dengari perspektif kami pada penghujung bab ini!


3.1


Pentaksiran untuk Komunikasi Sains


Encik Leo Crisologo


PROFIL INSTITUSI

Sekolah Menengah Sains Filipina (Kampus Induk)

 Bandar Quezon, Filipina

 Sekolah menengah awam

 Bilangan murid: 1,400

 Bilangan tenaga pengajar: 135

Seperti yang ditunjukkan dalam Bab 2, pendidikan STEM bukan sahaja merangkumi kompetensi khusus sesebuah subjek, tetapi juga kemahiran insaniah teras yang diperlukan pada abad ke-21. Dalam kelas Matematiknya, Leo menggalakkan murid untuk membangunkan kemahiran STEM bersepadu dalam bentuk Komunikasi Sains melalui pentaksiran kreatif. Berikut ialah tiga aktiviti pentaksiran yang dijalankan di kelas beliau mengenai topik ini:

1. Kamiran Kalkulus

FOKUS KANDUNGAN

Kamiran Berangka

TUGASAN

Gunakan media grafik untuk menerangkan cara-cara menggunakan kaedah berangka untuk menganggar kamiran.

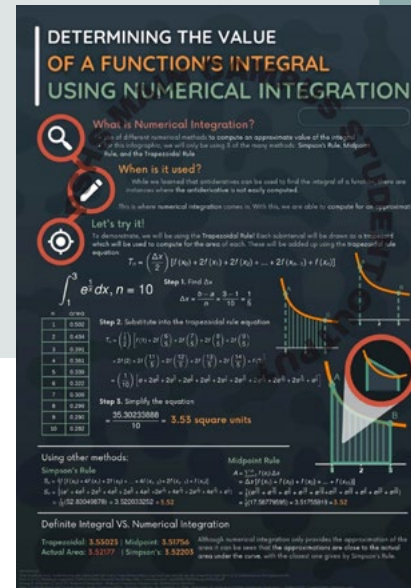
KEMAHIRAN BERSEPADU

Komunikasi

Reka bentuk grafik

Penggunaan perisian reka bentuk

Leo meminta murid-muridnya untuk menggunakan media grafik bagi menerangkan penggunaan kaedah berangka untuk menganggar kamiran. Muridnya menghasilkan poster dan maklumat grafik untuk menunjukkan pemahaman mereka tentang konsep ini dan menyepadukan kemahiran Komunikasi Sains untuk menjadikan pembentangan mereka lebih menarik secara visual dan komprehensif.



Contoh poster yang disediakan oleh murid Leo

FOKUS KANDUNGAN

Transformasi geometri

TUGASAN

Bina reka bentuk simetri anda, kenal pasti dan kelaskan semua simetri yang boleh didapati dalam reka bentuk anda.

KEMAHIRAN BERSEPADU

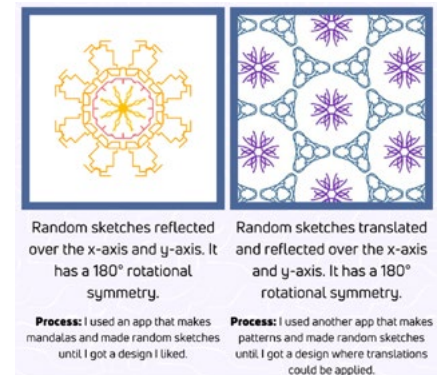
Komunikasi

Seni dan ilustrasi

Penggunaan perisian ilustrasi

2. Transformasi Geometri

Pertama sekali, murid diminta untuk menunjukkan pengetahuan mereka tentang transformasi geometri dengan mengenal pasti dan mengambil gambar corak di rumah mereka. Pada bahagian kedua penilaian ini, murid diminta untuk membina reka bentuk simetri mereka berbandukan contoh yang dikaji. Mereka diminta untuk menerangkan bagaimana mereka mencipta reka bentuk masing-masing dan apakah simetri yang boleh ditemui. Ini mempamerkan kemahiran seni dan ilustrasi mereka, di mana sesetengah murid dapat mempelajari cara menggunakan perisian ilustrator melalui proses ini.



Pembentangan murid tentang lakaran geometri mereka

3. Aplikasi Kamiran Integrals

Untuk penggal yang sedang berlangsung, Leo merancang pentaksiran di mana murid diminta untuk menemui dan menunjukkan penggunaan kalkulus kamiran dalam bidang lain dengan menggunakan media.

Mathematics 6 Third Quarter Alternative Assessment Specifications (SY 2021-2022)

Project Goal:

To construct an instructional material in the form of a mixed media demonstration of the applications of integral calculus in other fields (Biology, Chemistry, Physics, etc.). Some examples of acceptable output include:

1. Slideshow presentation (powerpoint, La Te.X, canva, etc.)
2. Video presentation
3. Teaching poster/infographic

Other forms of output not mentioned above may be accepted if the teachers are informed.

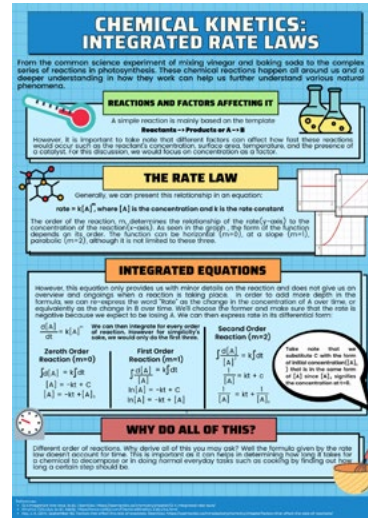
General Objectives:

- Demonstration of the PSHS core values of Truth, Excellence and Service by representing mathematical truth correctly and clearly, using a delivery medium of the students' choice.
- A public exhibition of the project will demonstrate the skills and knowledge of a PSHS Scholar and be a source of pride for the school in general and the Math Unit in particular.
- Accompanying explanations should be complete and accurate. At the same time, the explanations should be easy to understand.
- Use appropriate skills developed in the past five years in working with the different media that can be shared or given away to other institutions.
- Demonstrate individual accountability and responsibility.

Taklimat tugas untuk kelas Leo

Ikuti akaun Twitter Leo untuk mendapatkan maklumat terkini mengenai projek dan output murid yang kreatif!

[@PisayTeacherLeo](https://twitter.com/PisayTeacherLeo)



Contoh projek murid



IMBAS UNTUK BELAJAR

Daripada STEM kepada STEAM: 9 Strategi Khusus untuk Menambah Elemen Kesenian



IMBAS UNTUK BELAJAR

35 Sumber untuk Bilik Darjah STEAM: Menambah Kesenian dalam STEM



Pentaksiran bersepadu sebagai peluang pembelajaran STEM

Beralih daripada fokus dalam subjek Matematiknya, Leo melihat **pentaksiran sebagai peluang untuk menyepadukan STEM**. Sekiranya pentaksiran bagi dua mata pelajaran boleh digabungkan supaya murid boleh menunjukkan apa yang telah mereka pelajari daripada kedua-dua mata pelajaran melalui hanya satu pentaksiran, ianya boleh mengurangkan beban kerja murid. Berikut ialah tiga cara Leo dan rakan sekerjanya mencipta dan menggalakkan pengalaman pembelajaran STEM bersepadu:

1. Menyediakan projek rentas disiplin

Dalam salah satu mata pelajaran kemanusiaan di Sekolah Menengah Sains Filipina, murid perlu menghasilkan projek STEM bersepadu yang menyumbang kepada komuniti yang tertentu. Kelas Leo berputus untuk menghasilkan satu siri video YouTube pendidikan Sains dan Matematik khusus untuk sebuah sekolah rendah di Nueva Ecija, satu daerah jiran di Filipina.

2. Menggunakan peralatan digital untuk menyediakan pelajaran STEM

Guru STEM juga boleh menunjukkan kecekapan menggunakan peralatan STEM seperti reka bentuk matematik saintifik dan perisian pengaturcaraan. Dalam usaha membangunkan bahan videonya sendiri, Leo membuat pengaturan huruf dengan menggunakan Desmos latex, membina program dengan menggunakan Python, dan menghasilkan video dengan menggunakan DaVinci resolve. Kesemua aplikasi ini tersedia dalam talian secara percuma. Leo juga memastikan penggunaan peralatan ini disampaikan kepada murid-muridnya, bagi menunjukkan bahawa sebagai seorang guru, beliau juga masih sedang belajar di sepanjang perjalanan pengajaran beliau.

3. Memastikan taruhan yang rendah

Ia adalah sangat penting untuk mengekalkan taruhan yang rendah dalam percubaan aktiviti bersepadu. Pentaksiran bersepadu yang boleh menghasilkan pembelajaran yang sama rata bagi dua atau lebih mata pelajaran adalah amat sukar untuk dihasilkan. Lebih-lebih lagi, ianya juga boleh mengecewakan sekiranya seseorang itu berusaha dengan bersungguh-sungguh namun hanya untuk menampakkan hasil pembelajaran yang sedikit. Dengan menggunakan wajaran penilaian yang lebih rendah pada tahap permulaan, murid berasa lebih yakin untuk melakukan pentaksiran dan guru juga diberi ruang untuk melakukan kesilapan dan menambah baik pentaksiran tanpa berkompromi dengan minat dan prestasi murid.

Tips

Untuk mencipta pengalaman pembelajaran STEM bersepadu

- Memupuk persekitaran yang menggalakkan inovasi.
- Mencari peluang dalam keterbatasan
- Menyampaikan hasrat anda

3.2

Melibatkan Kesenian dan Keusahawanan dalam STEM

Profesor Dato' Dr Noraini Idris

PROFIL INSTITUSI

Persatuan STEM Kebangsaan



Malaysia



Badan bukan kerajaan



1,000 sekolah dan 25,000 murid dimanfaatkan



Bilangan kakitangan: 500

Untuk menunjukkan bahawa pengajaran STEM bukanlah mata pelajaran yang hanya boleh dinikmati oleh murid yang lebih berada, Persatuan STEM Kebangsaan (NSA) Malaysia telah menganjurkan projek Teater Mini STEM sebagai sebahagian daripada usaha untuk membina ekosistem STEM dan memupuk minat terhadap STEM dalam kalangan murid sekolah menengah golongan B40¹. Program unik ini menggabungkan elemen keusahawanan, kemahiran STEM dan kesenian. Murid digalakkan untuk berinovasi dalam penyelesaian masalah dunia sebenar dengan menggunakan pengetahuan mereka daripada mata pelajaran STEM dan seterusnya menyandiwarakan proses penyelesaian mereka di atas pentas sebagai hasil kerja. Banyak kumpulan murid telah mencipta produk berfungsi yang telah dipasarkan dan dijual kepada orang ramai.



1. B40, M40 dan T20 merupakan kumpulan isi rumah yang wujud dalam struktur taburan pendapatan isi rumah di Malaysia berdasarkan Survei Pendapatan Isi Rumah dan Kemudahan Asas (HIS/BA) oleh Jabatan Perangkaan Malaysia (DOSM). Kumpulan isi rumah B40 merujuk kepada 40% isi rumah yang berpendapatan terendah. Source: <https://www.comparehero.my/budgets-tax/articles/t20-m40-b40-malaysia>

Dalam projek Teater Mini STEM, murid dibimbing melalui langkah-langkah berikut:



- Pada mulanya, murid menjawab tinjauan bakat untuk mengenal pasti keupayaan dan minat mereka dalam pelbagai domain STEM seperti pemakanan, pertanian, kemahiran teknikal dan vokasional, elektronik, dan sebagainya.



- Murid kemudiannya dibahagikan kepada kumpulan berdasarkan minat mereka. Dalam kumpulan masing-masing, mereka diminta untuk memikirkan masalah yang perlu ditangani serta mata pelajaran STEM yang akan mereka rujuk untuk memikirkan penyelesaian mereka.



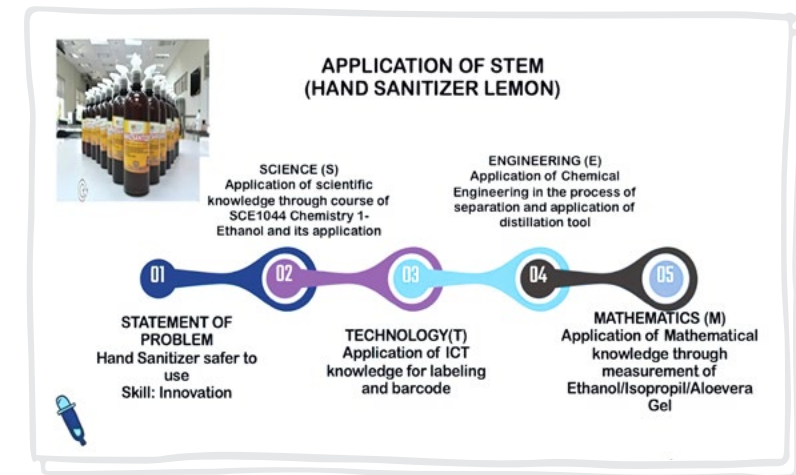
- Murid kemudiannya menggunakan proses reka bentuk kejuruteraan untuk mencipta prototaip produk mereka.



- Selepas memuktamadkan produk mereka, murid perlu menyandiwarakan proses inovasi mereka daripada pernyataan masalah hingga kegunaan produk yang dihasratkan dan akhirnya penyelesaian atau prototaip yang telah mereka bangunkan di atas pentas dalam bentuk lakonan. Murid perlu menjawab soalan yang diajukan oleh pengadil mengenai perjalanan proses dan ciptaan mereka.



- Akhirnya, setiap kumpulan mendapat peluang untuk memperagakan produk mereka di satu pameran. Banyak inovasi penyelesaian murid yang berdaya maju telah berjaya dipasarkan dengan bantuan rakan kongsi perniagaan dan pelabur.



Pembentangan projek yang menunjukkan integrasi antara Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM)

Beberapa inovasi murid yang berjaya dan telah dipasarkan adalah:



Pembersih tangan tanpa alkohol berasaskan oregano



Wabble, botol air yang selamat dimakan

Menghasilkan inovator dan pemedato yang yakin melalui STEAM

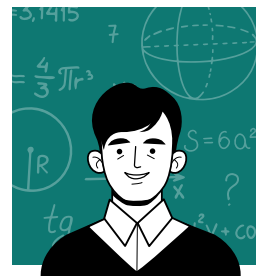
- Ramai murid dalam program ini pada asalnya tidak mempunyai keyakinan dan kemahiran berkomunikasi untuk menyampaikan konsep STEM dan proses inovasi mereka. Melalui program ini, murid bukan sahaja mendapat keyakinan untuk menterjemah pengetahuan kandungan STEM kepada penyelesaian dunia sebenar secara praktikal, malah juga boleh menerangkan proses mereka dengan jelas di atas pentas.
- Beberapa produk yang telah mereka hasilkan telah menarik minat industri dan produk inovasi mereka kini telah dikomersialkan.
- Murid sekolah menengah daripada latar belakang yang kurang bernasib baik telah dibimbing untuk menjadi inovator, penyelidik dan pemimpin.
- Hasil daripada inovasi praktikal mereka, beberapa kumpulan murid telah memenangi anugerah di Anugerah Inovasi Belia Asia 2020 dan 2022.

Projek Teater Mini STEM ialah contoh penting yang menunjukkan bahawa pendidikan STEM adalah untuk semua orang dan boleh memajukan murid daripada semua latar belakang dan bakat yang berbeza. Ia memberikan contoh unik tentang cara pendidikan STEM bersepadu boleh merentas semua domain, termasuk kesenian dan keusahawanan.

3.3

Topik Perbincangan: Mewujudkan pengajaran STEM secara silang disiplin

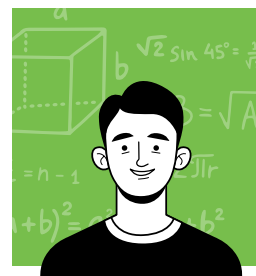
Soalan: Bagaimanakah guru boleh mengintegrasikan idea teras daripada pelbagai disiplin untuk merancang pengajaran STEM?



DR ARIEL BABIERRA

Profesor Madya Matematik di Institut Sains Matematik dan Fizik, Universiti Filipina Los Baños

Anda masih boleh menggabungkan elemen bertemakan STEM dalam aktiviti-aktiviti kelas mata pelajaran khusus, mahupun dalam disiplin bukan STEM. Contohnya, bagi subjek bahasa, minta murid untuk membaca artikel saintifik atau matematik yang popular dan bukannya artikel berita yang lain, dan fokus pada pembinaan ayat. Dalam subjek Sejarah, bincangkan topik perkembangan bidang STEM atau sumbangan pengamal STEM tempatan. Manakala dalam kelas Pendidikan Jasmani pula, lakukan tugas yang berkaitan dengan alam semula jadi dan cuba mengenal pasti flora dan fauna tempatan.

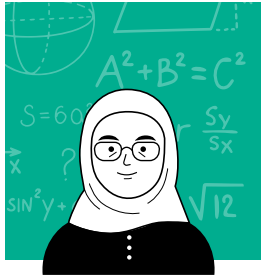


ENCIK LEO CRISOLOGO

Guru matematik, Sekolah Menengah Sains Filipina (Kampus Induk)

Usaha untuk menghubungkan kait bidang yang berbeza secara bermakna dan menerapkannya dalam pengalaman bilik darjah anda bukanlah sesuatu yang mudah dan hanya boleh dijayakan dengan pengalaman yang banyak. Guru-guru yang bersifat ingin tahu dan lebih biasa dengan disiplin dan minat di luar subjek mereka mungkin berasa lebih mudah untuk mencari perkaitan antara topik mereka dengan subjek lain. Mulakan dengan mengembangkan minat dalam bidang yang berbeza dan bekerjasama dengan mereka yang berpengetahuan dalam subjek-subjek lain.

Soalan: Adakah kemahiran keusahawanan sesuatu yang boleh dibangunkan dan diasah dalam pendidikan STEM?

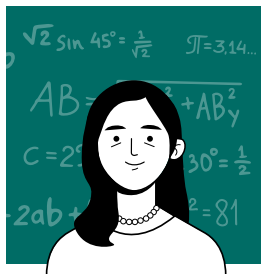


**PROFESOR DATO'
DR NORAINI IDRIS**

Pengasas dan Presiden,
Persatuan STEM
Kebangsaan, Malaysia

Dalam kurikulum sekolah di Malaysia, kemahiran keusahawanan diajar bersama mata pelajaran seperti Matematik, Sains dan bahasa. Memandangkan ketidaktentuan industri pada masa hadapan, kami mahu menggalakkan penjana peluang pekerjaan, bukan hanya pencari pekerjaan. Program-program di sekolah harus mencerminkan perubahan masa dengan menerapkan bidang pembelajaran seperti kemahiran keusahawanan.

Kami menggalakkan murid untuk mereka bentuk produk mereka sendiri dengan bantuan kaunselor atau guru mata pelajaran, di mana sesetengah murid sudah pun mempatenkan ciptaan mereka. Kami menggalakkan murid untuk memulakan perusahaan sosial mereka secara kecil-kecilan dan mempelajari tentang model perniagaan bersama-sama dengan STEM. Kami ingin memupuk kreativiti, pemikiran beraras tinggi, dan kebolehan mengaplikasikan konsep dalam kehidupan sebenar murid-murid kami.



**DR SHERYL LYN
MONTEROLA**

Pengarah, Institut
Pembangunan Pendidikan
Sains dan Matematik
Kebangsaan, Filipina

Saya berpendapat bahawa kemahiran keusahawanan amat berhubung kait dengan pendidikan STEM bersepadu. Ia sebenarnya pelbagai kemahiran yang digunakan pada waktu yang sama: Sains, Teknologi dan Kejuruteraan untuk membangunkan produk anda, dan Matematik untuk pengurusan kewangan. Anda akan menangani kegagalan sebagai seorang usahawan, dan itu adalah sebahagian daripada penyelesaian masalah yang terbaik. Jadi saya berpendapat bahawa kita perlu memupuk inovator pada usia yang muda lagi. Kami melihat masa depan usahawan teknologi muda yang berupaya menggunakan kemahiran STEM bersepadu untuk mewujudkan sesuatu yang akan menjana banyak faedah kepada ekonomi negara.



Pada pendapat anda, adakah Kesenian dan Kemanusiaan saling berkaitan dengan STEM? Mengapa atau mengapa tidak?

Memandangkan anda telah selesai membaca bab ini, inilah perspektif kami!

Walaupun kandungan aliran Kesenian dan Kemanusiaan berbanding disiplin STEM tradisional mungkin jauh berbeza, usaha untuk mendekati pendidikan STEAM dengan semangat inkuiri, pemikiran kritis dan kerjasama boleh menghimpunkan sinergi yang hebat dalam proses mencipta projek kreatif yang menghasilkan penyelesaian dunia sebenar. Institusi seperti Muzium ArtScience di Singapura dengan bangganya memaparkan bagaimana inovasi dan idea baharu terbentuk daripada penggabungan seni dan sains.

IMBAS UNTUK BELAJAR
Muzium ArtScience
dan hasil-hasil mereka



Apakah yang akan anda buat? Adakah ianya serupa seperti di atas?

Catatkan pemikiran anda!



4

MEMBANGUNKAN GURU STEM SEBAGAI PEMIMPIN

Walaupun pendidikan STEM bukan lagi satu istilah yang asing di rantau ini, ia masih tidak diajar dengan berkesan di bilik darjah berikutan cabaran kurikulum dan pedagogi. Ia adalah sangat penting untuk memberikan sokongan kepada guru melalui program-program yang dapat membantu mereka untuk mengaplikasi dan melaksanakan pedagogi STEM di bilik darjah, dan memperkasakan mereka untuk berinovasi dan memikul tanggungjawab pendidikan STEM di sekolah mereka. Dalam bab ini, kita melihat beberapa program latihan yang berkesan di Indonesia, Thailand dan Filipina, dan juga kaedah yang telah mereka gunakan untuk melatih guru-guru STEM.

Objektif pembelajaran

- Memahami rangka kerja yang berkesan untuk mengembangkan kemahiran guru STEM
- Memahami kepentingan refleksi dan kerjasama untuk meningkatkan hasil pengajaran

Fikirkan Apakah amalan reflektif yang telah anda gunakan untuk menambah baik pengajaran anda?

Dengari perspektif kami pada penghujung bab ini!


4.1


Mempertingkatkan pendekatan STEM berbentuk penyiasatan


Puan Rosemarie Z. Burayag


PROFIL INSTITUSI

Pejabat Bahagian Sekolah Nueva Ecija

 Nueva Ecija, Filipina

 Jabatan Pendidikan

 Bilangan murid: 348,527

 Bilangan guru: 13,395

Sebagai Penyelia Program Pendidikan dalam subjek Sains, Puan Burayag mengenal pasti kepentingan untuk memusatkan pengajaran STEM pada matlamat pendidikan asas. Melalui penyelidikannya, beliau menemui cara yang berkesan untuk menambah baik cara guru STEM mengajar konsep sains: melalui kajian pelajaran (*lesson study*) dan pengintegrasian Model Pembelajaran 7 Es (*Elicit-Engage-Explore-Explain-Elaborate-Extend-Evaluate*).



Model Pembelajaran 7 Es

Model 7 Es ialah **Model Perubahan Konsep** di mana proses melupakan kandungan yang telah dipelajari dan proses untuk mempelajari semula yang baharu ditekankan.

Ia juga menggunakan **pembelajaran berasaskan inkuiri** yang menghidupkan dan meningkatkan kemahiran murid dan menjadikan mereka bertanggungjawab terhadap pembelajaran mereka sendiri. Melalui kaedah ini, murid dapat **mengembangkan kemahiran proses berkumpulan** di samping memperolehi pengetahuan isi kandungan.



MODEL PERUBAHAN KONSEP



NYAHBEKU
Mewujudkan persekitaran yang sesuai



PERUBAHAN
Menyokong perubahan kepada keadaan yang dikehendaki



PEMBEKUAN SEMULA
Memperkuatkan perubahan

Meningkatkan kapasitas guru dalam pedagogi STEM

Projek ini bertujuan untuk meningkatkan kecekapan guru-guru untuk menyampaikan pengajaran sains di bilik darjah, menggalakkan kerjasama, penemuan berasaskan data dan pemikiran kritis dalam kalangan guru, mengaplikasikan kajian pelajaran dan Model Pembelajaran 7 Es dalam kelas, serta mewujudkan hubungan komuniti untuk menerima pakai amalan ini di sekolah-sekolah lain.

Reka bentuk dan pelaksanaan projek ini mempunyai banyak persamaan dengan kajian pelajaran, di mana contoh pelajaran yang baik dihasilkan melalui kerjasama guru daripada fasa “menimbulkan (*elicit*)” hingga “menilai (*evaluate*)”.



1. Kompetensi guru yang paling kurang dikuasai dikenal pasti oleh jurulatih



2. Peranan guru demonstrasi, pemerhati proses dan pencatat dipilih



3. Praujian dalam talian dijalankan



4. Demonstrasi pengajaran dijalankan, dan pemerhati proses serta pencatat merekodkan aspek yang berjalan lancar, aspek yang tidak berjalan lancar, dan aspek yang boleh diperbaiki



5. Perbincangan kumpulan fokus bersama guru pakar, ketua jabatan dan pengetua sekolah sebagai pemimpin instruksional diadakan untuk memberi cadangan dan memperhalusi contoh pelajaran



6. Ujian pasca dalam talian dijalankan



7. Keputusan ujian dianalisis



8. Ulangi proses: Topik dan langkah-langkah yang sama akan diajar kepada kelas-kelas lain untuk memperkayakan lagi pelajaran

Panduan untuk menjayakan transformasi pedagogi:

- Mengenal pasti keutamaan pembangunan profesional guru bagi memastikan latihan itu berasaskan kepada keperluan dan permintaan guru
- Mereka bentuk program berdasarkan situasi dan keperluan semasa guru dan murid
- Mengukuhkan pemerhatian bilik darjah dan menyediakan bantuan teknikal untuk memastikan kesinambungan antara pengajaran dan pedagogi
- Memperkukuhkan budaya dan pelaksanaan pembelajaran rakan sebaya dan membina komuniti amalan



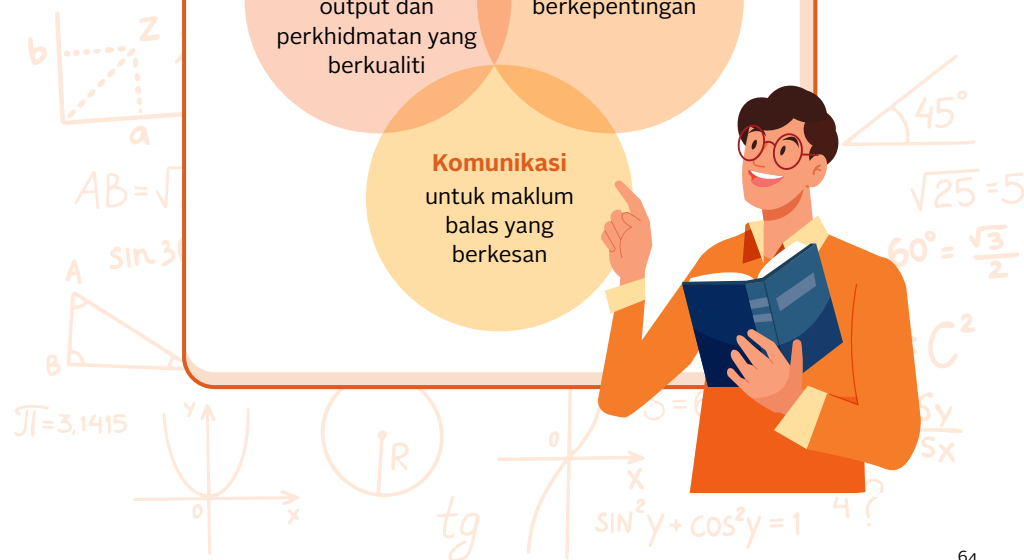
Tips

3 K pengajaran STEM yang berjaya

Komitmen
untuk menjamin output dan perkhidmatan yang berkualiti

Kolaborasi
dengan pihak berkepentingan

Komunikasi
untuk maklum balas yang berkesan




4.2

Membangunkan pengetahuan kandungan pedagogi dalam STEM

Dr Chatree Faikhamta


PROFIL INSTITUSI


Universiti Kasetsart

 Bangkok, Thailand

 Universiti awam

 Fakulti Pendidikan

 Bilangan murid:
1,000

 Bilangan tenaga
pengajar: 110

Walaupun pendidikan STEM telah diperkenalkan di Thailand selama lebih daripada 10 tahun, masih ramai guru yang menghadapi kesukaran untuk menterjemahkan kemahiran dan idea yang diperolehi daripada bengkel ke dalam pelajaran yang khusus konteksnya.

Dr Chatree dan rakan-rakan sekerjanya di Fakulti Pendidikan Universiti Kasetsart menggunakan rangka kerja pengetahuan kandungan pedagogi (PCK) dalam program pembangunan profesional guru untuk merapatkan hubungan antara pengetahuan teori dan amalan di bilik darjah yang sebenar.¹

“ Pengetahuan kandungan pedagogi ialah... integrasi atau sintesis pengetahuan pedagogi guru [apa yang mereka tahu tentang mengajar] dan pengetahuan subjek mereka [apa yang mereka tahu tentang apa yang mereka ajar].”

- NARST, Sebuah organisasi global yang berfokus untuk meningkatkan pendidikan sains melalui penyelidikan



IMBAS
UNTUK
BELAJAR



1. Untuk maklumat lanjut, rujuk: Faikhamta, C., Lertdechapat, K. and Prasolarb, T. (2020). The Impact of a PCK-based Professional Development Program on Science Teachers' Ability to Teaching STEM. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 43.

PCK untuk pendidikan STEM mempunyai empat komponen seperti yang digariskan di rajah berikut:



Kajian Tindakan:

Kajian kualitatif yang melihat kepada perkembangan dan apa yang berlaku semasa pelaksanaan, serta bertumpu kepada pembelajaran murid dan bukannya pengajaran guru

Pembelajaran Murid:

Guru menggunakan KBAT sebagai kanta untuk melihat pembelajaran murid secara mendalam — bagaimana mereka mengajar kemahiran ini; apakah petunjuk yang mencerminkan kemahiran ini telah dipelajari; dan cara untuk mentaksir atau menilai hasil pembelajaran KBAT murid.

Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT):

Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT): Hasil pembelajaran murid harus lebih tertumpu kepada pemikiran aras tinggi seperti:

1. Pemikiran kritis
2. Penyelesaian masalah secara kolaboratif
3. Pemikiran kreatif
4. Penghujahan saintifik
5. Amalan kejuruteraan

Untuk mengajar STEM dengan berkesan, guru mata pelajaran sains perlu mempunyai kecekapan berikut untuk mereka bentuk, melaksana dan memperhalusi aktiviti bilik darjah:

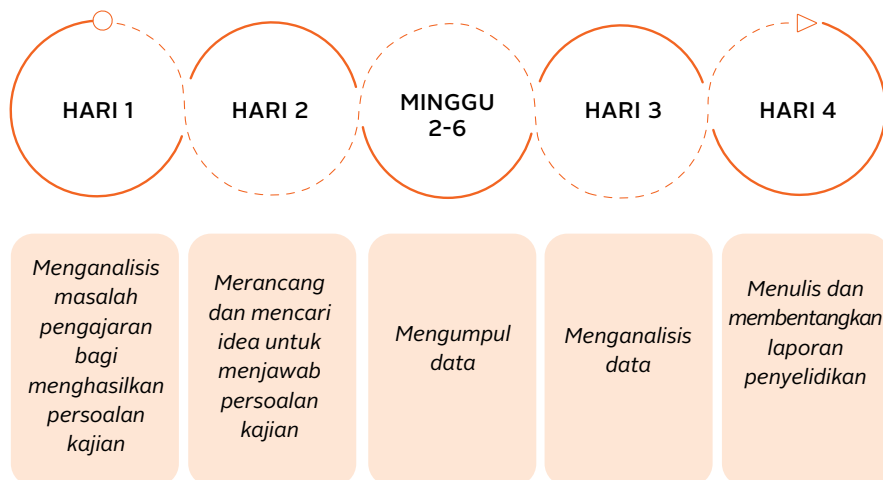
1. Orientasi pengajaran STEM
2. Pengetahuan kurikulum STEM
3. Pengetahuan tentang pemahaman murid dalam STEM
4. Pengetahuan tentang strategi pengajaran dan perwakilan untuk pengajaran STEM
5. Pengetahuan tentang pentaksiran pembelajaran STEM



Rujuk Bab 2.2 untuk melihat bagaimana guru mengintegrasikan konsep STEM seperti biomimikri ke dalam pengajaran mereka!

Membangunkan pengetahuan kandungan pedagogi dalam pendidikan STEM

Dr Chatree dan pasukannya menggunakan prinsip berikut untuk membangunkan dan mengendalikan satu bengkel selama tujuh minggu untuk guru-guru STEM di Thailand.



Guru-guru semasa sesi poster

Sesi Bengkel 1 (2 HARI)

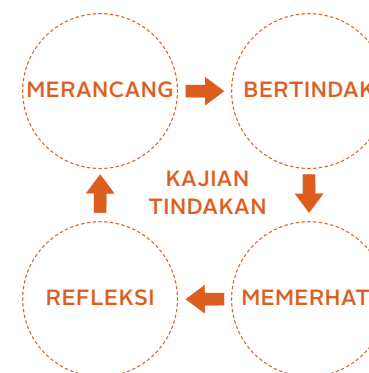
- Guru berkongsi pengalaman dan cabaran yang dihadapi semasa mengajar STEM di bilik darjah
- Mereka menganalisis masalah-masalah ini
- Setiap guru mengemukakan soalan kajian tindakan masing-masing
- Guru kemudiannya merancang dan bersedia untuk menjalankan projek penyelidikan mereka, berbincang dan mendapatkan maklum balas daripada rakan sekerja

Pengumpulan data di sekolah (5 MINGGU)

- Guru mencuba aktiviti STEM mereka di bilik darjah dan mengumpul data pembelajaran murid
- Model PAOR digunakan oleh guru untuk merancang (*Plan*), bertindak (*Act*), memerhati (*Observe*) dan membuat refleksi (*Reflect*) bagi menambah baik kaedah pengajaran mereka



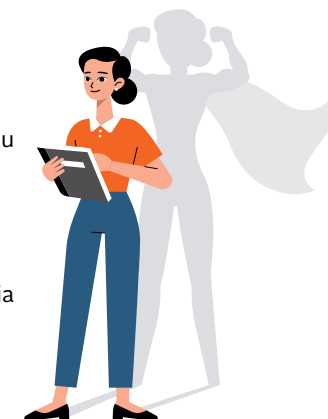
Guru-guru menyediakan poster mereka untuk dikongsi

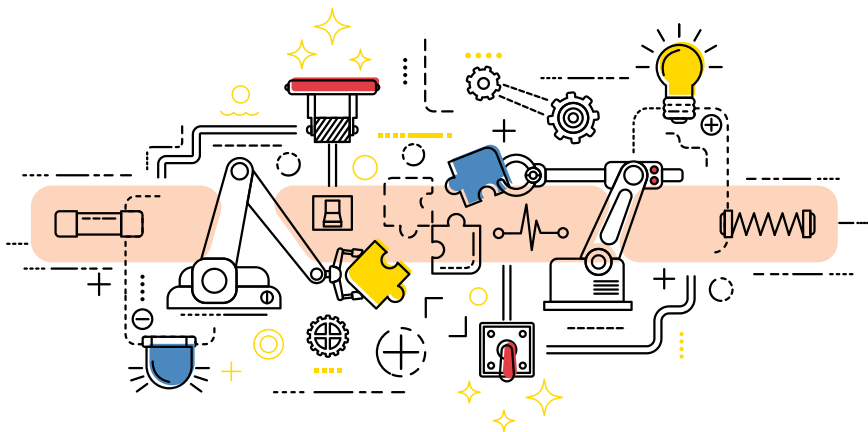


Sesi Bengkel 2 (2 HARI)

- Guru bekerjasama dengan jurulatih untuk menganalisis data yang dikumpulkan, termasuk pemerhatian kelas dan artifak murid seperti lembaran kerja dan jurnal refleksi
- Jurulatih membimbing mereka untuk memproses keputusan dan membentangkan dapatan mereka

Sebagai pembentuk generasi yang akan datang, guru bukan sahaja mengajar, tetapi juga perlu menjiwai semangat belajar itu sendiri. Semua guru memegang beberapa peranan, dan Dr Chatree percaya dan bertumpu untuk **memupuk guru sebagai pelajar, penyelidik, pembuat, penyelesaian masalah, dan yang paling pentingnya, pengamal reflektif** — bagi menyediakan mereka untuk menghadapi realiti ketika mengajar mata pelajaran yang sentiasa berkembang dalam suasana dunia yang sentiasa berubah. Dengan sokongan yang betul, guru-guru boleh menjadi pemimpin yang yakin dan juga guru pendidikan STEM yang berkesan.





4.3

Memperkasakan guru untuk perancangan pengajaran STEM

Dr Arif Hidayat

PROFIL INSTITUSI

Universitas Pendidikan Indonesia

 Bandung, Indonesia

 Universiti

Melatih guru dalam kepemimpinan pendidikan STEM

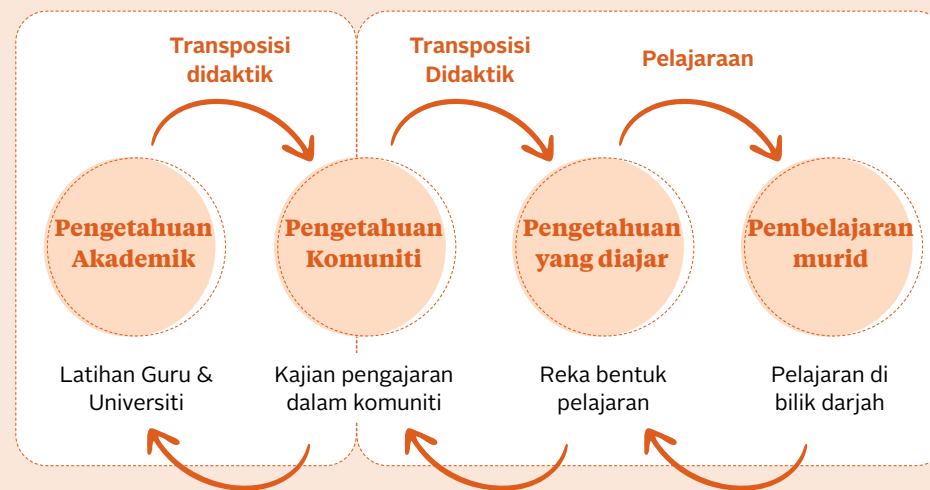
Tumpuan usaha STEM di Indonesia adalah pada paradigma dan pedagogi STEM dalam konteks tempatan bagi mewujudkan pembelajaran antara disiplin dan meningkatkan literasi murid dalam pelbagai bidang seperti kejuruteraan, teknologi dan bencana — sesuatu yang penting di Indonesia yang terdedah kepada bencana. Memandangkan sistem pendidikan di Indonesia bersifat tidak berpusat, kurikulum STEM atau program penyediaan guru STEM tidak diseragamkan. Tanggungjawab untuk mewujudkan kurikulum STEM di bilik darjah sebahagian besarnya dipikul oleh guru itu sendiri. Oleh itu, latihan guru STEM tertumpu kepada membantu guru menyediakan kurikulum STEM berdasarkan respons dan pemahaman murid tentang bahan pembelajaran. Dr Arif menggunakan konsep transposisi didaktik dan pengetahuan kandungan pedagogi untuk menyediakan dan menyusun bengkel latihan guru STEM di Indonesia.

Merangka kurikulum STEM yang ditambah baik


Transposisi didaktik merujuk kepada runtuai dan pembinaan semula pengetahuan, nilai atau amalan sains untuk menjadikannya sesuatu yang boleh diajar di bilik darjah.

Pada kebiasaannya, seorang guru mempunyai pengetahuan akademik dan teori pada permulaan perkhidmatan di sekolah, dan kemudiannya memperoleh pengetahuan tersirat dan pengetahuan daripada sekolah dan komunitinya. Pengetahuan ini diperhalusi lagi apabila digunakan dalam pelbagai reka bentuk pelajaran berdasarkan tahap dan mata pelajaran. Akhir sekali, guru memindahkan pengetahuan yang telah dikumpul ini kepada murid-murid melalui pengajaran mereka.

Perkara yang sebaliknya juga boleh dilakukan dengan menjalankan pemerhatian bilik darjah. Guru boleh menggunakan dapatan daripada sesi pelajaran di bilik darjah untuk memperbaiki dan menambah baik reka bentuk pengajaran mereka. Dengan menambah baik reka bentuk pelajaran bersama-sama melalui kajian pelajaran dalam komuniti, pengetahuan komuniti boleh diperkukuhkan, dan pengetahuan akademik dapat dikemas kini dan bertambah baik.



Sumber: Bosch & Gascon (2006)

IMBAS UNTUK BELAJAR
Konsep transposisi didaktik! 



Penambahbaikan Pengetahuan kandungan pedagogi

Guru kerap mengubah suai bahan kurikulum di bilik darjah mereka. Pengetahuan mereka tentang murid-murid dan bilik darjah serta pengalaman mengajar mereka boleh digunakan dalam reka bentuk kurikulum. Untuk membangunkan kepimpinan pembelajaran guru STEM, satu bengkel telah dijalankan pada tahun 2021 untuk guru-guru Sains dan Matematik sekolah menengah di Indonesia dengan kerjasama Kementerian Pendidikan Indonesia dan meriSTEM@NIE Singapura.

Program ini mempunyai dua aspek:

1. Penguasaan kandungan STEM

Melatih guru untuk mengadakan sesi pelajaran STEM yang berkualiti



2. Kepimpinan pembelajaran:

Memperkasakan guru sebagai pemimpin untuk penambahbaikan kurikulum



Dengan memberikan tumpuan kepada pembelajaran secara langsung, pembangunan program ini berpandukan dua konsep: (1) rangka kerja Kuartet STEM oleh meriSTEM@NIE Singapura, dan (2) kajian pelajaran dan pedagogi demokratik.

Bengkel yang dijalankan merangkumi elemen melatih-jurulatih dan dibahagikan kepada dua fasa. Pertama sekali, guru yang berperanan sebagai jurulatih utama dilatih, dan guru-guru jurulatih utama ini seterusnya menjadi fasilitator kepada guru-guru pelatih.



Guru-guru melibatkan diri dalam aktiviti *hands-on*

Bengkel selama enam hingga tujuh hari ini mempunyai lima aktiviti utama:

01 **DIALOG TENTANG PENGALAMAN TERDAHULU**
Guru diberi ruang untuk belajar daripada pengalaman guru lain dalam pengajaran STEM, dan berdialog tentang pengajaran dan pembelajaran STEM

02 **KONSEP DAN RANGKA KERJA STEM**
Guru diperkenalkan kepada konsep pengajaran STEM utama dan Rangka Kerja Kuartet STEM

03 **PEMBELAJARAN RANGKA KERJA KUARTET STEM SECARA HANDS-ON**
Guru memperdalamkan lagi pemahaman mereka dengan mengaplikasikan Rangka Kerja melalui aktiviti yang bersifat *hands-on*

04 **PEMERHATIAN PELAJARAN DAN ANALISIS**
Guru kembali ke bilik darjah untuk mengaplikasikan apa yang telah dipelajari dan menjalankan pemerhatian pelajaran bagi rakan sekerja mereka

05 **REKA BENTUK PELAJARAN BERKUMPULAN**
Akhir sekali, guru membentuk kumpulan untuk merangka rancangan pengajaran STEM yang akan dilaksanakan di bilik darjah mereka selepas bengkel ini



Guru-guru berkongsi rancangan pengajaran STEM kumpulan mereka



Rujuk bab 1.3 untuk mendapatkan maklumat lanjut tentang Rangka Kerja Kuartet STEM!

Berpandukan model kajian pelajaran, aktiviti projek direka khusus untuk membimbing guru-guru untuk membangunkan "kanta" yang betul dalam penambahbaikan pembangunan kurikulum STEM melalui empat matlamat ini:

01

Mengembang "kanta" guru secara langsung melalui pemerhatian video pelajaran.

02

Mengasah "kanta" melalui analisis pengajaran. Transkrip pemerhatian pelajaran dibuat dan dianalisis.

03

Penyediaan Kurikulum STEM berbentuk penambahbaikan, di mana guru membangunkan reka bentuk pengajaran STEM. Reka bentuk pengajaran yang dibangunkan ini mudah, namun apa yang membezakan reka bentuk pengajaran ini adalah ianya merangkumi komponen **menjangka dan meramalkan respons murid**. Guru menggunakan minat dan pengetahuan murid sebagai sumber dalam pengajaran, dan bertindak balas terhadap keperluan dan situasi di bilik darjah.

04

Kajian pelajaran: Menyebarkan hasil pembelajaran melalui sesi pelajaran terbuka. Selepas bengkel, guru boleh menentukan masa yang sesuai untuk menjalankan sesi pelajaran terbuka dan perbincangan selepas pengajaran.

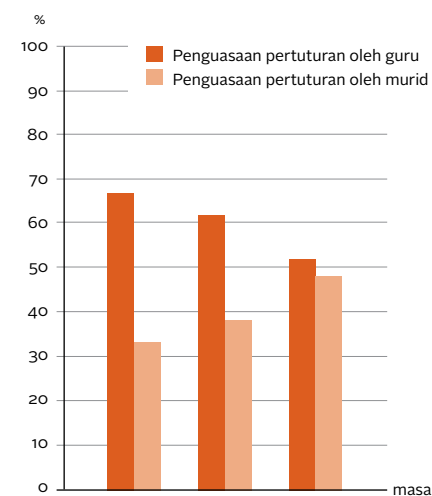
Kajian kes tentang penambahbaikan pembangunan kurikulum

Seorang guru sedang mempertimbangkan penggunaan pembaris dan kepingan kertas untuk menerangkan konsep elektrik statik, tetapi juga memikirkan persoalan murid tentang titik neutral keseimbangan kutub negatif dan positif. Guru tersebut kemudiannya melaraskan idea beliau dan menghasilkan lembaran kerja baharu yang mengambil kira respons murid yang diramalkan.

Kajian pelajaran berfokus kepada reaksi murid dan bertujuan untuk memperbaiki pengajaran, dan bukannya mengkritik guru. Penekanan yang kuat diberikan kepada proses menganalisis dan membincangkan hasil pembelajaran untuk memperhalusi pengajaran yang akan datang.

Membenarkan murid untuk memimpin

Sebagai sebahagian daripada perbincangan selepas pengajaran, rakaman kelas guru telah dianalisis.



Penguasaan pertuturan merujuk kepada suara yang lebih dominan di bilik darjah.

Melalui perbandingan penguasaan pertuturan sebelum dan selepas pelaksanaan teknik pengajaran baharu, ahli kumpulan mendapati bahawa guru tidak lagi mendominasi perbualan di bilik darjah dan ini mewujudkan lebih banyak ruang dan peluang untuk murid menjadi lebih terlibat dalam perbincangan, guru lebih terlibat dalam pemerhatian aktiviti murid, dan suara murid yang kebiasaannya seakan-akan tersembunyi telah muncul melalui kerja berkumpulan.

Setiap guru berkebolehan untuk menjadi pemimpin, terutamanya apabila mereka memikul tanggungjawab untuk mereka bentuk pengajaran dan pengalaman pembelajaran bagi murid-murid mereka. Perubahan kanta yang digunakan oleh guru untuk melihat bilik darjah dan peranan mereka adalah aspek yang penting untuk meningkatkan pengalaman pembelajaran murid.



Tips

Bagaimanakah kita boleh membimbing guru-guru untuk mengadakan pengajaran STEM yang lebih baik dan berkesan?

1. Menggalakkan dan menyokong guru untuk mengadakan pengajaran STEM dengan kerjasama rakan-rakan sekerja mereka
2. Meningkatkan prestasi guru dalam aktiviti metakognitif seperti meramalkan tindak balas murid terhadap pelajaran dan menjangka tindak balas mereka untuk menstruktur pelajaran
3. Mewujudkan komuniti amalan STEM di mana guru boleh belajar antara satu sama lain, bekerjasama dan berkongsi sumber



Fikirkan

Apakah amalan reflektif yang telah anda gunakan untuk menambah baik pengajaran anda?

Memandangkan anda telah membaca bab ini, inilah perkara yang boleh anda gunakan!

Kajian pelajaran: Amalan reflektif berorientasikan kerja berkumpulan yang berfokus pada reaksi murid terhadap pengajaran dan peningkatan pengalaman pembelajaran:

Kajian Tindakan: Amalan reflektif yang boleh dijalankan sama ada secara individu atau berkumpulan dan boleh merangkumi sebarang aspek persekolahan, pengajaran atau murid.

Apakah yang akan anda buat? Adakah ianya serupa seperti di atas?

Catatkan pemikiran anda!

Sudah cuba?

Kongsikan refleksi dan pelaksanaan bilik darjah anda dengan rakan-rakan pendidik! Sertai perbincangan dalam kumpulan pembelajaran sosial kami, *Teaching, Leading, Learning* di Facebook.

IMBAS UNTUK MELAYARI
[**Teaching, Leading, Learning**](#)





5

MEWUJUDKAN KOMUNITI DAN LALUAN STEM

Terdapat banyak negara yang menjadikan STEM sebagai sebahagian daripada agenda pembangunan mereka. Pembinaan ekosistem STEM yang luas mesti dipertimbangkan bersekali dengan pembangunan dan pelaksanaan pendidikan STEM yang berkesan di sekolah kerana industri, dasar dan pendidikan adalah saling berkaitan. Dalam bab ini, kita akan melihat bagaimana sesetengah negara berusaha untuk membina rangkaian kebangsaan yang kuat untuk mengukuhkan pendidikan STEM. Kita juga akan melihat bagaimana organisasi antara kerajaan serantau berfungsi merentasi sempadan untuk membina kapasiti guru STEM bagi menerima pakai amalan antarabangsa yang terbaik.

Objektif pembelajaran

- Memahami unsur-unsur ekosistem STEM
- Memahami bagaimana perkongsian antara sekolah, kerajaan dan industri boleh menyumbang kepada pembangunan dan pertumbuhan ekosistem STEM
- Memahami bagaimana pembinaan kapasiti pendidik STEM dan pemimpin sekolah boleh menghasilkan pembelajaran murid yang lebih berkesan dan peluang pekerjaan yang lebih baik dalam industri STEM

Fikirkan

Apakah pendirian negara anda terhadap pendidikan STEM? Bolehkah anda mengenal pasti kerjasama yang sedia ada antara jabatan pendidikan anda dengan organisasi STEM yang lain?

Dengari perspektif kami pada penghujung bab ini!

5.1

Elemen dalam ekosistem STEM

Dr Sheryl Lyn C. Monterola

PROFIL INSTITUSI

Institut Pembangunan Pendidikan Sains dan Matematik Kebangsaan



Bandar Quezon, Filipina



Institusi pengajian tinggi awam

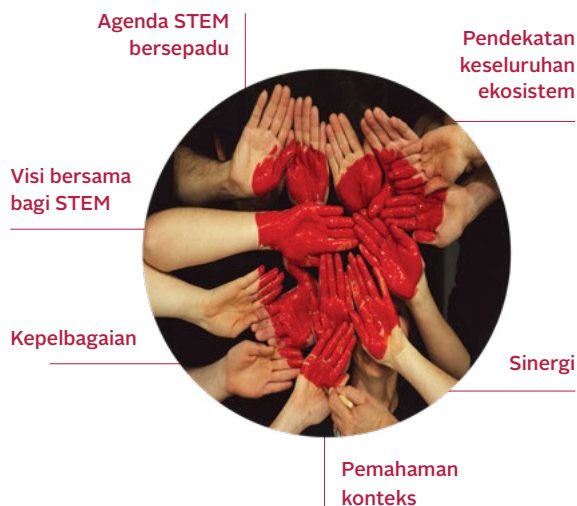


1,367,100 murid dan 27,342 guru dimanfaatkan



Bilangan kakitangan: 79

Pembangunan kurikulum dan industri pendidikan STEM yang kukuh wujud dalam agenda banyak kerajaan dan institusi pendidikan. Tetapi apakah prinsip panduan di sebalik pembangunan ekosistem STEM yang berkesan dan mampan? Sheryl membincangkan enam prinsip yang diguna pakai oleh Institut Pembangunan Pendidikan Sains dan Matematik Kebangsaan (NISMED) di Filipina:



1. MEMASTIKAN AGENDA STEM YANG BERSEPADU

Kenal pasti tujuan, hala tuju dan hasil yang dimahukan secara jelas. STEM Bersepadu bermaksud sinergi atau gabungan amalan terbaik, pendekatan, teknik dan pengetahuan kandungan yang relevan merentas disiplin daripada bidang individu seperti Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik untuk menjana penyelesaian dan inovasi.



2. MENGAMALKAN PENDEKATAN KESELURUHAN EKOSISTEM

Memperakui bahawa masalah STEM adalah masalah dunia sebenar yang kompleks dan tidak boleh diselesaikan dengan hanya pengetahuan kandungan bidang sains atau kaedah pemikiran saintifik. Pendekatan keseluruhan ekosistem yang mengintegrasikan subjek STEM dengan perspektif subjek lain seperti kemanusiaan dan sains sosial, dan juga sektor lain seperti badan kerajaan, perniagaan dan komuniti adalah diperlukan.

3. MENGHARGAI KEPELBAGAIAN

Melibatkan dan memanfaatkan kekuatan dan keupayaan semua individu dan institusi. Masalah tidak dapat diselesaikan dengan hanya satu idea atau perspektif. Merangkul kepelbagaian perspektif daripada individu yang berbeza dari domain yang berbeza dengan perspektif dan kebolehan yang berlainan akan membangunkan penyelesaian yang diperlukan untuk masalah dunia sebenar yang kompleks dan berterusan.

4. MEMAHAMI KONTEKS

Dalam kerjasama dengan orang lain, fahami konteks pihak berkepentingan dan rakan kongsi supaya lebih memahami cara bekerjasama untuk mencipta penyelesaian yang lebih baik dan responsif.

5. MEMUPUK VISI BERSAMA UNTUK STEM

Dengan mengambil kira dan menggabungkan minat dan perspektif daripada kumpulan yang berbeza, kita boleh mewujudkan visi bersama untuk pendidikan STEM dan industri.

6. MEWUJUDKAN SINERGI

Bekerjasama dengan pelbagai rakan kongsi merentas disiplin dan industri untuk memanfaatkan sinergi yang membolehkan semua orang menyumbang dan mendapat manfaat bersama-sama.


5.2


Mewujudkan kerjasama dalam ekosistem STEM


Dr Sheryl Lyn C. Monterola


PROFIL INSTITUSI

Institut Pembangunan Pendidikan Sains dan Matematik Kebangsaan

 Bandar Quezon, Filipina

 Institusi pengajian tinggi awam

 1,367,100 murid dan 27,342 guru dimanfaatkan

 Bilangan kakitangan: 79

Pendidikan STEM telah diperkenalkan secara rasmi di Filipina pada 2016, dan tersedia sebagai sebahagian daripada kurikulum K-12 untuk murid menengah atas. Sekolah-sekolah memerlukan sokongan daripada institusi kerajaan, masyarakat setempat dan industri-industri yang berkaitan untuk melaksanakan pendidikan STEM dengan berkesan di bilik darjah. Sheryl berkongsi beberapa program kerjasama Kerajaan-Industri-Pendidikan yang digerakkan oleh beliau dan rakan sekerjanya di Pusat Pendidikan STEM Bersepadu (CISTEM) Filipina untuk menggabung dan menyampaikan subjek baharu ini dengan berkesan.

Membangunkan guru melalui program penyerapan industri — The STEM Teaching Factory

The STEM Teaching Factory adalah program penyerapan guru yang diadakan dengan kerjasama CISTEM, Jabatan Pendidikan Filipina (Wilayah 3 dan 4), Yayasan Unilab, Makmal Amherst, Makmal Belmont bersama dengan Akademi Farmasi Unilab.

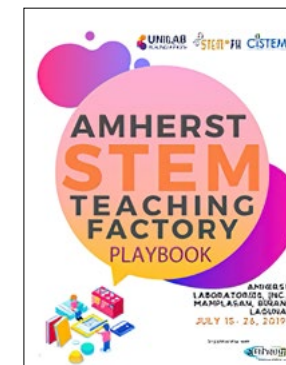
Program ini bertujuan untuk:

- Mewujudkan komunikasi pengetahuan bersama antara sekolah dan industri berkaitan
- Menyediakan persekitaran kerjaya kehidupan sebenar untuk guru STEM
- Mendedahkan guru STEM kepada cabaran dalam amalan industri harian
- Membina kapasiti guru STEM

Dalam program ini, guru-guru melawat kilang pembuatan yang berdekatan dan berinteraksi dengan pakar-pakar dalam bidang STEM. Ini termasuk naib presiden, jurutera, penganalisis, ahli farmasi dan juruteknik yang bekerja di kilang tersebut. Guru-guru dapat memahami amalan dan cabaran industri STEM semasa, dan bagaimana pengajaran mereka di bilik darjah boleh diselaraskan untuk membangunkan murid-murid yang berdaya saing dan bersedia sebagai tenaga kerja.



Guru-guru mencuba eksperimen di tapak kilang



Playbook The STEM Teaching Factory

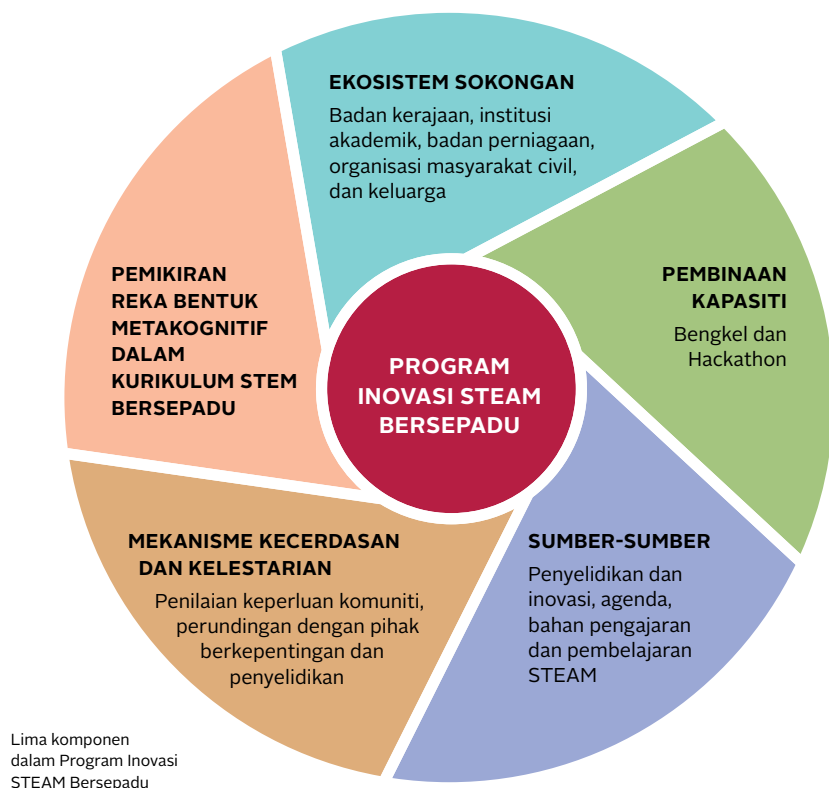
Guru-guru juga telah menjalankan eksperimen dengan menggunakan alat-alat dan perlengkapan standard industri yang terdapat di kilang pembuatan. Untuk menterjemahkan perkara-perkara telah dipelajari oleh guru-guru daripada lawatan tapak mereka ke dalam bilik darjah, CISTEM dan rakan-rakan kerjasamanya telah membangunkan *playbook* STEM Teaching Factory yang boleh digunakan oleh guru-guru untuk menjalankan eksperimen yang serupa dengan murid mereka melalui aktiviti bilik darjah yang sedia ada dengan menggunakan alat-alat dan perlengkapan yang tersedia dan mudah diakses oleh murid.



Melibatkan komuniti melalui Program Inovasi STEAM Bersepadu

Pada tahun 2019, kerjasama antara Universiti Filipina-Kolej Pendidikan, Yayasan Unilab dan Pusat Pendidikan STEAM Bersepadu (CISTEM, Inc.) telah menghasilkan Program Inovasi STEAM (Sains, Teknologi, Kejuruteraan, Pertanian dan Matematik) Bersepadu bagi sekolah menengah. Program itu dilaksanakan di Sorsogon, sebuah daerah di Wilayah Bicol yang menjana produk-produk pertanian utama Jabatan Perdagangan dan Perindustrian Filipina (DTI) untuk pembangunan perniagaan pertanian.

Program Inovasi STEAM Bersepadu mempunyai lima komponen, iaitu: (1) pemikiran reka bentuk metakognitif dalam kurikulum STEM bersepadu; (2) ekosistem sokongan; (3) pembinaan kapasiti; (4) sumber; dan (5) mekanisme kecerdasan dan kelestarian, yang diterangkan seperti berikut:



Lima komponen dalam Program Inovasi STEAM Bersepadu

1. Pemikiran Reka Bentuk Metakognitif dalam Kurikulum STEM Bersepadu

Program ini membangunkan Rangka Kerja Pemikiran Reka Bentuk Metakognitif dengan proses-proses berikut:

- Berempati** — memahami konteks dan keperluan masyarakat;
- Mentakrif** — mengenal pasti masalah yang perlu diselesaikan;
- Menjana** — memikirkan pelbagai penyelesaian yang mungkin boleh menjadi produk inovatif atau proses atau perkhidmatan yang dioptimumkan;
- Menyaring**— memutuskan penyelesaian yang paling berdaya maju untuk dijalankan
- Mencipta dan menguji** — membina dan menguji prototaip penyelesaian serta mereka bentuk semula sekiranya penyelesaian itu tidak berfungsi; dan
- Berkomunikasi** — memaklumkan komuniti yang lebih luas tentang penyelesaian yang diuji dan membuktikan keberkesannya.

Berempati

Bagaimanakah kita boleh membantu komuniti kita?



lanya telah disepadukan dan dilaksanakan dalam kurikulum selama setahun di kelas STEM pada peringkat sekolah menengah. Ia bertujuan untuk membangunkan kecekapan abad ke-21 seperti pemikiran kreatif dan inventif, pemikiran kritikal, kecekapan ICT, kemahiran matematik, etika kerja, daya tahan, kecekalan, pertumbuhan minda, dan kesedaran metakognitif.

2. Sokongan ekosistem

Program ini melibatkan pihak berkepentingan yang berbeza seperti agensi kerajaan, institusi akademik, badan perniagaan dan organisasi masyarakat sivil. Mereka memberi pelbagai bentuk sokongan kepada murid dan keluarga mereka, guru dan pentadbir. Ibu bapa juga terlibat melalui Sesi Pembangunan Keluarga yang direka untuk meningkatkan tahap kesedaran mereka tentang kepentingan pembangunan kemahiran murid dalam STEM untuk pembinaan negara.

3. Pembinaan kapasiti

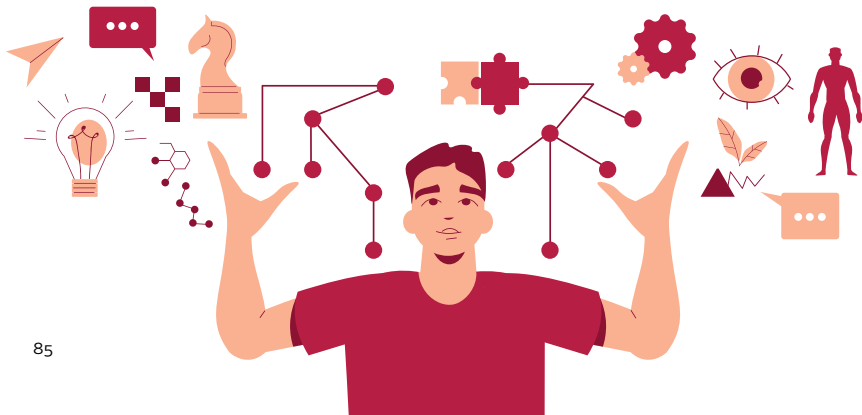
Program ini melatih lebih dari 100 guru untuk menyampaikan kurikulum STEM Bersepadu. Selain daripada Bengkel Pemikiran Reka Bentuk Metakognitif, guru dan pemimpin pengajaran terpilih telah didedahkan kepada latihan intensif tambahan. Satu sesi hackathon turut dianjurkan untuk murid dan guru.

4. Sumber-sumber

Pakej kurikulum telah disediakan untuk guru. Setiap pakej terdiri daripada panduan kurikulum, agenda penyelidikan dan inovasi, slaid pembentangan tentang pemikiran reka bentuk metakognitif, dan lembaran kerja atau aktiviti. Sekolah juga dibekalkan dengan Kit Arduino yang merupakan kit permulaan untuk membina produk digital atau elektronik.

5. Mekanisme Kecerdasan dan Kelestarian

Untuk mengenal pasti keberkesanan program ini, pentaksiran kompetensi abad ke-21 pra dan pasca-program telah dijalankan ke atas kira-kira 500 orang murid yang menyertai program ini. Keputusan pentaksiran ini juga dipertimbangkan dalam pembaharuan kerjasama dan pelaksanaan program yang selanjutnya bukan sahaja pada peringkat sekolah menengah tetapi juga pada peringkat sekolah rendah.



Berdasarkan komponen-komponen ini, dua falsafah panduan yang terbukti melalui program ini:



1. Satu kampung diperlukan untuk membesarkan seorang anak

Etos ini menekankan keperluan sokongan dan penglibatan pihak berkepentingan. Dengan pemahaman tentang kepentingan melibatkan orang ramai untuk mencari penyelesaian terbaik dan juga untuk mencapai persetujuan pihak berkepentingan, program ini dimulakan dengan

perundingan bersama pihak berkepentingan untuk membangunkan agenda penyelidikan dan inovasi STEAM. Dari situ, program ini dipersetujui untuk membangunkan kapasiti guru dan pemimpin sekolah agar mereka beralih daripada peranan pengurus dan pentadbir kepada pemimpin instruksional. Program ini juga akan membina kesedaran tentang STEAM dalam kalangan keluarga murid.



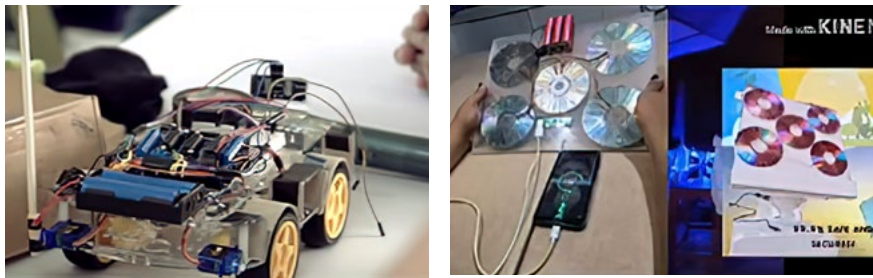
Ceramah STEM bagi kesedaran keluarga



2. Minds-on, hearts-on dan hands-on

Pendekatan ini menekankan bukan sahaja pembangunan keupayaan kognitif (*minds-on*) murid, tetapi juga kemahiran sosio-emosi (*hearts-on*) dalam program Inovasi STEAM secara kolaboratif dan holistik ke arah inovasi untuk masyarakat.

Sejak pelaksanaan pemikiran reka bentuk metakognitif dalam program STEM peringkat sekolah menengah atas selama setahun, sebanyak 92 projek responsif komuniti yang diterajui murid telah dihasilkan. Murid telah menggunakan pemikiran reka bentuk dan teknologi bersepadu untuk membangunkan penyelesaian kepada masalah berasaskan komuniti. Keputusan praujian dan pasca ujian yang dijalankan menunjukkan bahawa program ini berjaya meningkatkan kemahiran sepanjang hayat murid seperti kemahiran proses sains, kemahiran matematik, pemikiran kritis, kemahiran ICT, etika kerja, daya tahan, kesedaran metakognitif, pertumbuhan minda, ketabahan dan daya tahan secara ketara.



Contoh projek murid

Usaha menyeluruh daripada masyarakat diperlukan untuk menggalakkan dan mengekalkan inisiatif STEM supaya pendidikan STEM mendatangkan impak positif kepada murid dan ekonomi. Walau bagaimanapun, Rom tidak dibina dalam masa sehari! Sekiranya kawasan berdekatan anda belum mempunyai rangkaian pendidikan STEM yang kukuh, mulakan secara kecil-kecilan dengan bekerjasama dengan sekolah-sekolah jiran atau menjemput pakar STEM tempatan untuk berucap di kelas anda. Berhubunglah dengan mereka dan anda akan terkejut dengan individu dan organisasi yang sedia memberi sokongan terutamanya untuk memajukan pendidikan STEM.

IMBAS UNTUK BELAJAR

**Membudayakan
Ekosistem
Pembelajaran
STEM**



5.3

Membina komuniti STEM yang holistik

Profesor Dato' Dr Noraini Idris

PROFIL INSTITUSI

**Persatuan STEM
Kebangsaan**



Malaysia



Badan bukan
kerajaan



1,000 sekolah dan
250,000 murid
dimanfaatkan

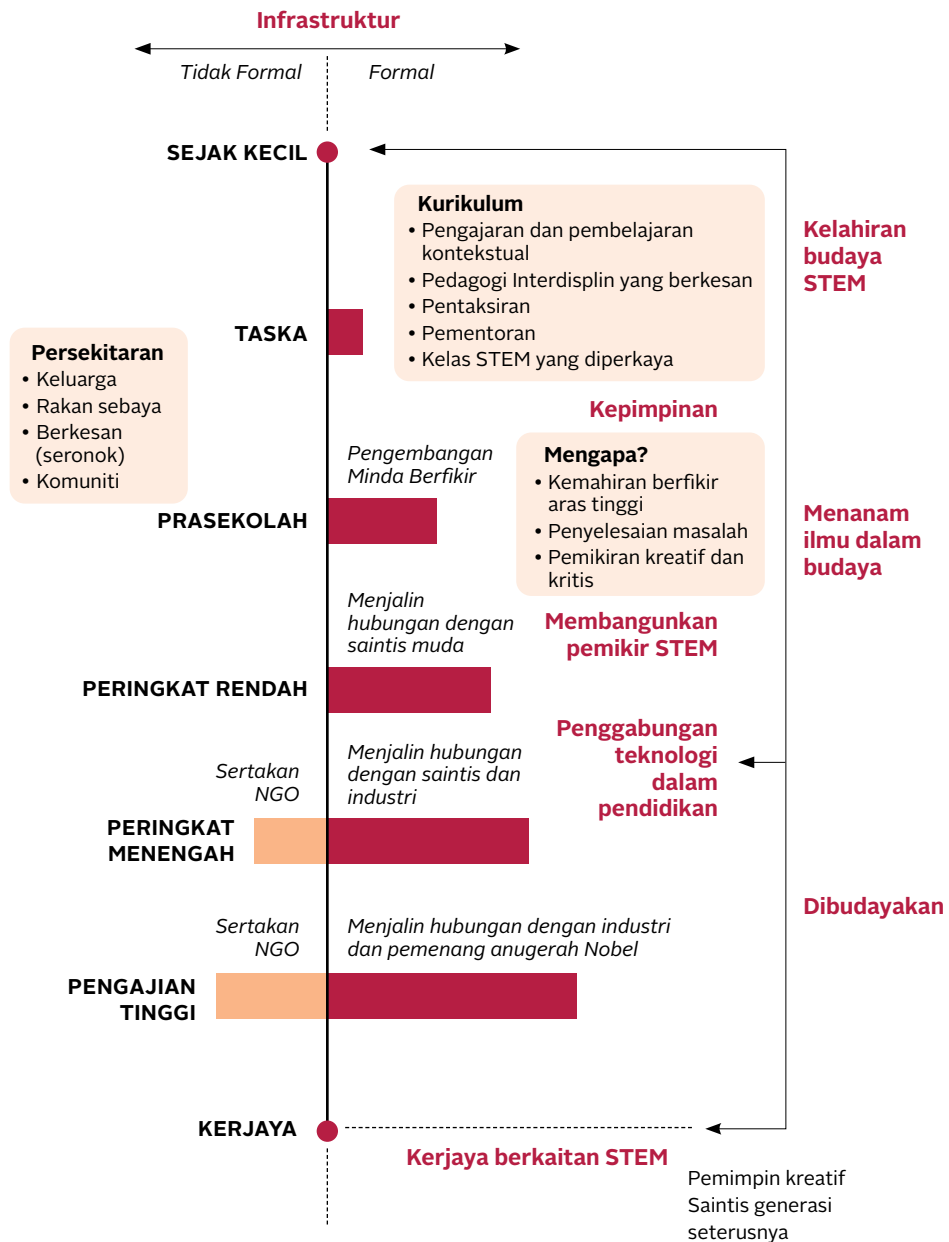


Bilangan kakitangan:
500

Persatuan STEM Kebangsaan Malaysia telah ditubuhkan pada tahun 2018 dengan moto Ignite, Inspire, Innovate untuk memajukan matlamat pendidikan STEM di Malaysia. Matlamat utama pendidikan STEM di Malaysia adalah untuk membangunkan pemikir STEM dengan kemahiran abad ke-21 dan pengetahuan tentang penggunaan teknologi pada era digital ini. Sebagai presiden dan pengasas persatuan, Dr Noraini mengupas bagaimana perkongsian antara sekolah dan universiti boleh diwujudkan untuk menggalakkan minat dalam pendidikan STEM pada setiap peringkat dan membina ekosistem STEM yang mantap.

Laluan STEM di Malaysia

Pengalaman penglibatan murid dalam STEM bukan sahaja dipengaruhi oleh pendekatan pedagogi guru, tetapi juga oleh persekitaran pembelajaran mereka. Carta laluan STEM menggambarkan bagaimana semua pihak termasuk guru, pentadbir sekolah, jabatan sekolah dan kementerian pendidikan perlu bekerjasama dan terlibat untuk memastikan kejayaan pendidikan STEM di Malaysia. Guru perlu diberikan pembangunan profesional yang berterusan mengenai pendekatan dan teknologi pedagogi baharu untuk menyediakan pengajaran yang merangsang dan menarik kepada murid. Kerjasama antara institusi juga boleh membantu mengembangkan pendidikan STEM. Pembudayaan STEM diperlukan untuk menghubungkan guru, pensyarah dan murid bersama pakar pengamal STEM untuk memastikan pemahaman tentang kerjaya STEM.

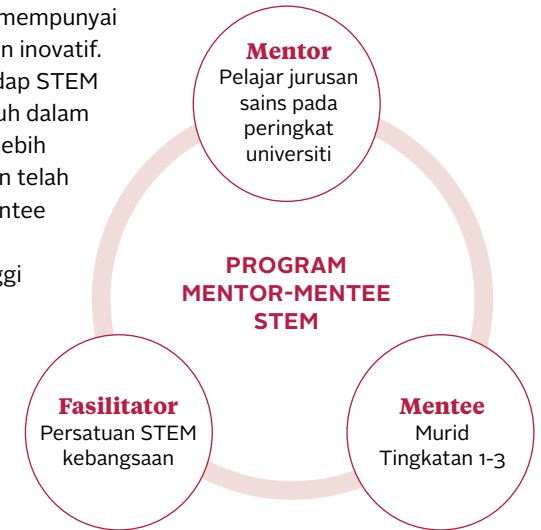


Imej diadaptasi daripada: Noraini Idris et al. (2011), STEM Pipeline daripada Laporan Penyelidikan "Membangunkan Model Pendidikan Berkualiti Tinggi untuk Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM)"

Menyemai cinta terhadap STEM melalui bimbingan

Malaysia memerlukan lebih ramai saintis, ahli teknologi, jurutera dan ahli matematik yang mempunyai kemahiran berfikir secara kritis dan inovatif. Untuk menyemai rasa cinta terhadap STEM dan membina asas yang lebih kukuh dalam mata pelajaran ini pada usia yang lebih awal, Persatuan STEM Kebangsaan telah mewujudkan program Mentor-Mentee STEM sebagai kerjasama antara sekolah dan institut pengajian tinggi di mana pelajar universiti dalam jurusan STEM akan menjadi mentor kepada murid sekolah menengah. Kekuatan program mentor-mentee ialah kerja secara berkumpulan dan penyelarasan antara tiga pemain utama, seperti yang ditunjukkan dalam rajah di bawah.

Imej diadaptasi daripada: Noraini Idris (2015), Program Mentor Mentee STEM



Mentor universiti digandingkan dengan kumpulan murid yang terdiri daripada 5 orang murid Tingkatan 1 hingga 3 dari sekolah berjiranan, di mana murid akan mendapat peluang untuk melawat kemudahan universiti dan juga mencuba kerja-kerja makmal. Pada penghujung Tingkatan 3, semua murid perlu memilih aliran pengajian pilihan mereka pada peringkat menengah atas, sama ada Sains Tulen atau Pengajian Sosial. Program Mentor-Mentee bertujuan untuk mengekalkan minat mereka dalam kelas STEM supaya lebih ramai murid berasa teruja untuk memilih aliran sains tulen dan melanjutkan pendidikan STEM mereka, dan seterusnya mengukuhkan lagi saluran bakat STEM.



Murid-murid sekolah menengah melawat makmal sains di universiti

Untuk membina komuniti dan mendorong minat dalam STEM, mentor berkongsi berita menarik dan maklumat terkini dalam bidang STEM, serta mengadakan perbincangan dalam kumpulan sembang WhatsApp.

Membangunkan hubungan komuniti yang kukuh dalam pendidikan STEM

Program Komuniti Sekolah Penyayang STEM ialah kerjasama antara murid, pemimpin sekolah, guru, ibu bapa dan komuniti dengan sokongan Persatuan STEM Kebangsaan Malaysia untuk menggalakkan minat dalam STEM. Program ini menggalakkan murid untuk bekerja dalam kumpulan untuk memulakan dan membangunkan projek yang berkaitan dengan STEM. Program ini mempunyai tiga modul yang saling melengkapi, dan menggalakkan serta memaksimumkan penggunaan bahan kitar semula dalam pelaksanaan projek:

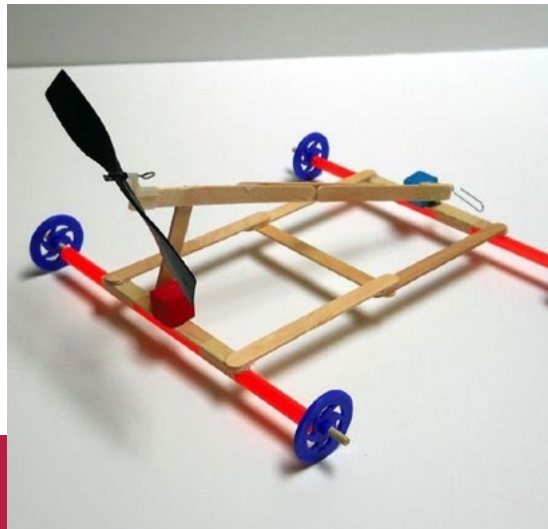


1. Inspirasi kitar semula

Modul ini bertujuan untuk memberi inspirasi kepada murid supaya berminat dalam STEM dan menghargai alam semula jadi. Beberapa projek yang dicadangkan termasuk pembinaan jambatan daripada bahan kitar semula dan menggambarkan magma dengan menggunakan bahan-bahan yang mudah didapati di rumah.



(dari atas ke bawah) Kereta Propeller, Botol Lampu Suluh, Cahaya Pembuang



2. Taman Kreatif

Dalam modul ini, murid akan diperkenalkan kepada kaedah-kaedah pertanian yang baru seperti hidroponik, diberi peluang untuk membuat set hidroponik sendiri, dan mendapat idea berkebun kreatif yang lain seperti berkebun secara menegak.



(dari atas ke bawah) Berkebun secara menegak, Dinding cendawan, "Tayar & Bangku"



3. Minda Inovatif

Pendidikan STEM secara semula jadinya menyokong pembangunan minda yang inovatif. Beberapa contoh cara bagi murid untuk menunjukkan pengetahuan dan inovasi STEM mereka dalam projek termasuk meminta murid untuk memodelkan bilik darjah masa hadapan, mencipta rumah impian mereka dan melaksanakan perancangan bandar.



(dari atas ke bawah) pertandingan membina jambatan, ketuhar buatan sendiri, letusan gunung berapi



IMBAS UNTUK BELAJAR

Ekosistem Pembelajaran STEM Tidak Formal



Persatuan STEM Kebangsaan menunjukkan bahawa pendidikan STEM tidak perlu melibatkan penggunaan peralatan berteknologi tinggi dan mewah. Ianya boleh dijalankan dengan hanya menggunakan bahan kitar semula untuk mengaplikasikan pengetahuan dan kemahiran STEM. Kerjasama dengan komuniti dan institusi lain juga boleh bermula secara kecil-kecilan pada peringkat bilik darjah.

Cubalah!

Kenal pasti sekolah atau organisasi di sekitar anda. Sumbang saran bagaimana anda boleh bekerjasama dengan mereka dalam projek atau aktiviti supaya murid anda boleh mengembangkan atau menggunakan pengetahuan dan/atau kemahiran STEM mereka.


5.4


Kerjasama pada pelbagai peringkat untuk kecemerlangan STEM serantau


Dr Pornpun Waitayangkoon

PROFIL INSTITUSI

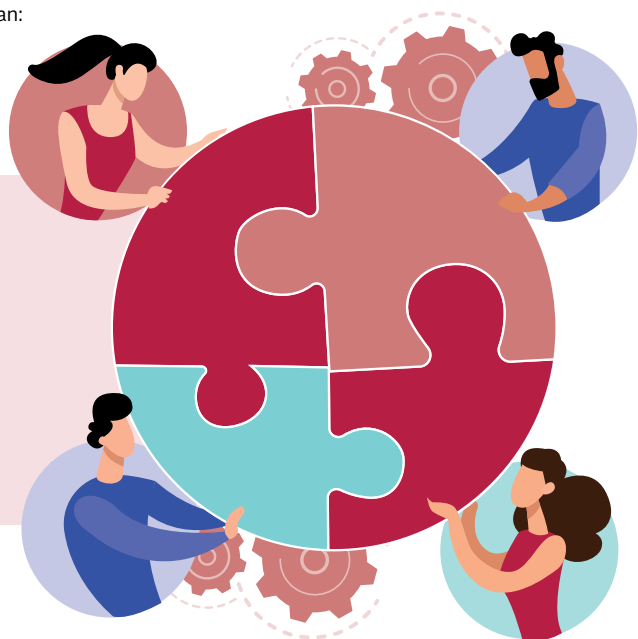
**Pusat Serantau
Pertubuhan Menteri
Pendidikan Asia
Tenggara untuk
Pendidikan STEM
(SEAMEO STEM-ED)**

 Bangkok, Thailand

 Organisasi antara kerajaan serantau

 Bilangan kakitangan:
15+

Pusat Serantau Pendidikan STEM di Pertubuhan Menteri Pendidikan Asia Tenggara (SEAMEO STEM-ED) telah ditubuhkan pada November 2019 untuk mempromosikan dan membangunkan pendidikan STEM dalam kalangan negara anggota Asia Tenggara. Sebagai Pengarah Pusat STEM-ED, Dr Pornpun dan rakan sekerjanya telah bekerjasama rapat dengan pendidik, badan kerajaan dan pakar di rantau ini untuk meningkatkan kualiti dan skala pendidikan STEM di Asia Tenggara.



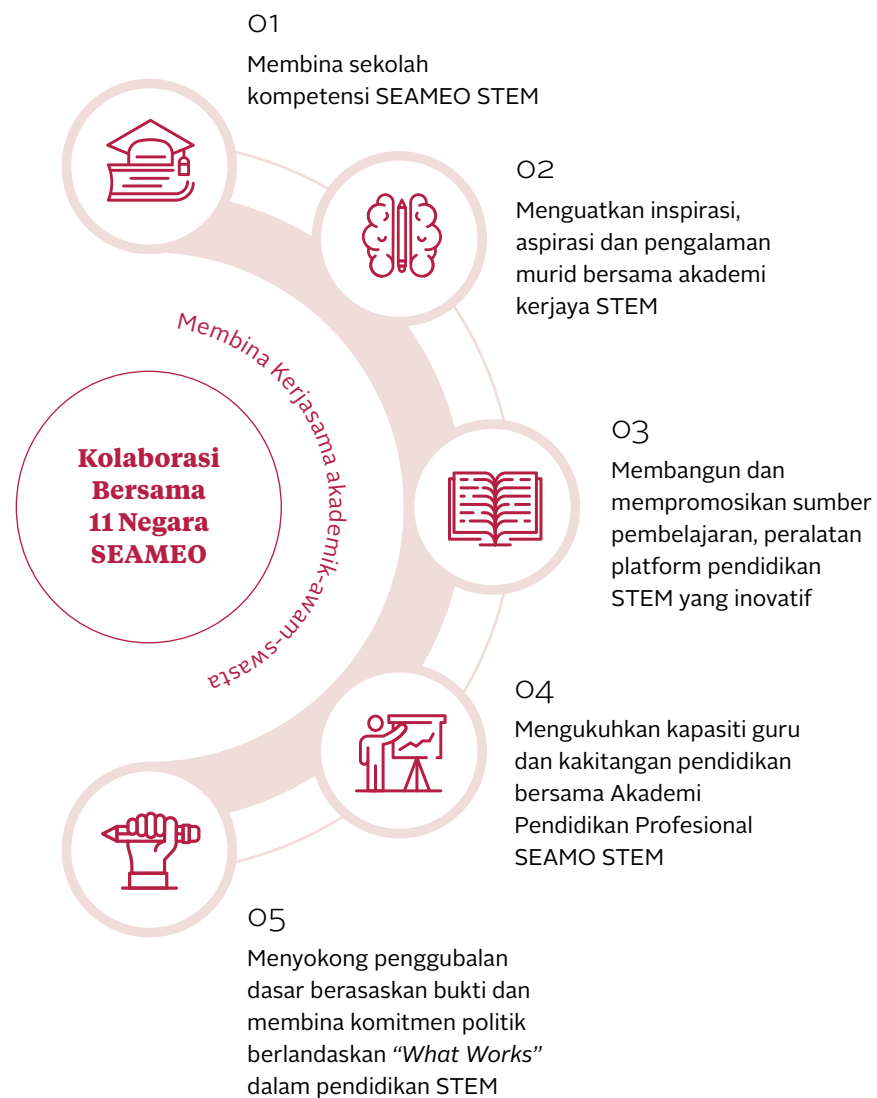
IMBAS UNTUK
BELAJAR

**Pusat SEAMEO
STEM-ED**



Ekosistem SEAMEO STEM-ED

Untuk mencapai matlamat dan merealisasikan visi ini, Pusat STEM-ED telah memanfaatkan kerjasama awam-swasta-akademia untuk menyokong lima program strategiknya:



Lima Program Strategik ini telah diterjemahkan kepada **lima inisiatif yang akan dilaksanakan dari tahun 2020 hingga tahun 2025** dengan kerjasama merentas sekolah, institusi dan negara, meliputi ekosistem sekolah, akademik, industri dan kerajaan:



I. Sekolah Kompetensi STEM

a. Membangunkan Sekolah Cemerlang STEM

RAKAN KERJASAMA: meriSTEM@NIE di Singapura dan Kementerian Pendidikan Thailand

- MATLAMAT:**
- Membangunkan kecekapan pemimpin sekolah dan guru STEM untuk menyelidik, merancang dan mengajar STEM, dan bertindak sebagai pejuang pendidikan STEM untuk memimpin dan melatih pasukan STEM di sekolah mereka
 - Matlamat: Membangunkan 10 pusat kecemerlangan pendidikan STEM untuk tujuan kewujudan pengetahuan baharu, perkongsian dan pembangunan profesional

b. Mewujudkan Rangka Kerja Kompetensi SEAMEO STEM

RAKAN KERJASAMA: Sedang membentuk jawatankuasa serantau

- MATLAMAT:**
- Membangunkan garis panduan yang relevan untuk semua sekolah di Asia Tenggara untuk membangunkan kompetensi utama STEM di bilik darjah



II. Akademi Kerjaya STEM

RAKAN KERJASAMA: Pakar universiti, industri

- MATLAMAT:**
- Menghubungkan sekolah dengan dunia sebenar melalui laluan kerjaya



Rujuk bab 6.1 untuk mengetahui dengan lebih lanjut!



III. Pembangunan sumber pembelajaran STEM

RAKAN KERJASAMA: Universiti-universiti dan pakar antarabangsa

- MATLAMAT:**
- Mereka bentuk sumber pembelajaran dalam talian untuk pendidik di rantau ini untuk berusaha ke arah Matlamat Pembangunan Lestari (SDG) yang ditetapkan oleh Pertubuhan Bangsa-bangsa Bersatu (PBB) ke arah Asia Tenggara yang mampan



IV. Akademi Profesional STEM

RAKAN KERJASAMA: Institusi pembangunan guru pra-perkhidmatan dan dalam perkhidmatan, universiti-universiti

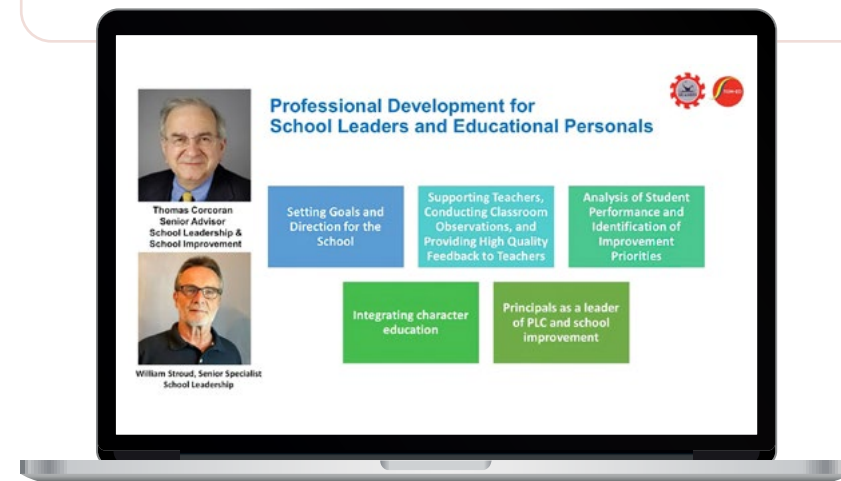
- MATLAMAT:**
- Membangunkan kursus untuk menyediakan guru untuk menyampaikan amalan pengajaran yang berimpak tinggi di bilik darjah mereka
 - Matlamat: Membangunkan kursus yang akan menyediakan pengetua untuk menjadi pemimpin instruksional dan membina budaya penambahbaikan di sekolah mereka



V. “What-Works” – Memupuk perbualan dasar STEM dan komitmen politik

RAKAN KERJASAMA: Penyelidik, penggubal dasar

- MATLAMAT:**
- Menyokong dan membangunkan rangkaian penyelidikan STEM pada peringkat kebangsaan (Thailand) dan serantau
 - Menyebarkan penemuan penyelidikan pendidikan, amalan terbaik dan sumber-sumber STEM kepada pihak berkepentingan utama dan penggubal dasar



Tangkapan skrin pembentangan yang disampaikan dalam siri “What-Works”

Siri “What-Works” merangkumi elemen berikut:



Meja bulat advokasi dasar



Rangkaian perkongsian awam-swasta



Komunikasi dan penyebaran penyelidikan dan kemajuan utama dalam pendidikan STEM

Pusat ini juga menerbitkan **Jurnal Pendidikan STEM Asia Tenggara** iaitu jurnal semakan rakan sekerja dalam talian yang memaparkan laporan penyelidikan yang berkualiti dan amalan terbaik dalam pendidikan STEM dari seluruh dunia.



Fikirkan

Apakah pendirian negara anda terhadap pendidikan STEM? Bolehkah anda mengenal pasti kerjasama yang sedia ada antara jabatan pendidikan anda dengan organisasi STEM yang lain?

Memandangkan anda telah selesai membaca bab ini, inilah perspektif kami!

Kami berharap anda berjaya mengenal pasti beberapa kerjasama yang sedia ada dalam kalangan institusi kerajaan, industri berkaitan dan institusi pendidikan di kawasan anda! Terokai peluang baharu atau sedia ada untuk membina atau mengukuhkan rangkaian STEM tempatan anda dan mencari jalan supaya sekolah anda berkeupayaan untuk mengajar STEM.

Apakah yang akan anda buat? Adakah ianya serupa seperti di atas?

IMBAS UNTUK BELAJAR

Jurnal Pendidikan STEM Asia Tenggara dan cara anda boleh menyerahkan kertas kerja anda



Catatkan pemikiran anda!



6

STEM UNTUK PEMBANGUNAN LESTARI

Pembangunan lestari melampaui sekadar menjaga alam sekitar atau mengutamakan pembangunan manusia. 17 Matlamat Pembangunan Lestari (SDG) Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu mencartakan bagaimana pembangunan manusia adalah saling berkaitan dengan penjagaan alam sekitar. Dalam bab ini, fahami bagaimana pendidikan STEM boleh digunakan untuk menyampaikan nilai kewarganegaraan global dan penjagaan alam sekitar yang penting dan berkonteks khusus serta menggalakkan murid-murid untuk menggunakan pengetahuan teori dan kemahiran insaniah STEM untuk membangunkan penyelesaian kepada isu-isu kontemporari yang mendesak.

Objektif pembelajaran

- Mengetahui cara-cara di mana STEM boleh diaplikasikan untuk memahami dan menyelesaikan cabaran dalam pembangunan mampan yang khusus konteksnya
- Mempelajari daripada pelbagai perspektif tentang keseimbangan kemajuan STEM dengan kemanusiaan dan ekuiti
- Memahami kepentingan pembangunan pendidikan STEM untuk kemajuan industri dan matlamat pembangunan negara

Fikirkan

Apakah peranan pendidikan STEM dalam usaha ke arah pembangunan mampan?

Dengari perspektif kami pada penghujung bab ini!

6.1

Pendidikan STEM untuk pembangunan negara di Thailand

Dr Pornpun Waitayangkoon

PROFIL INSTITUSI

Pusat Serantau Pertubuhan Menteri Pendidikan Asia Tenggara untuk Pendidikan STEM (SEAMEO STEM-ED)



Bangkok, Thailand



Organisasi antara kerajaan serantau



Bilangan kakitangan: 15+

Pusat SEAMEO STEM-Ed mengiktiraf keupayaan dan tanggungjawab pendidikan STEM untuk membina Asia Tenggara yang mampan. Dua daripada projek mereka, iaitu **Akademi Kerjaya STEM**, dan **inisiatif untuk membangunkan modul pembelajaran STEM dalam talian**, memberi tumpuan yang kuat dalam membina kapasiti pengajaran STEM untuk pembangunan mampan di rantau ini.

Akademi Kerjaya STEM

Inisiatif Akademi Kerjaya STEM bertujuan untuk mengukuhkan inspirasi, aspirasi dan pengalaman murid dalam industri STEM dengan menghubungkan subjek STEM dengan aplikasi dalam dunia pekerjaan melalui laluan kerjaya tertentu. Untuk menjayakan inisiatif ini, mereka telah menubuhkan akademi kerjaya sebagai komuniti pembelajaran kecil di sekolah menengah.

Model pengajaran Akademi:	Menjangkau 4 sektor STEM:
Pedagogi dalam kurikulum	Penjagaan kesihatan dan kesejahteraan
Kesedaran kerjaya dan peluang latihan	Pertanian SMART
Pembangunan profesional untuk guru, pemimpin, dan ibu bapa	Sains pengkomputeran
Pentaksiran murid, pensijilan dan peluang pekerjaan	Profesion perguruan STEM

Pandangan yang lebih mendalam tentang SMART Agriculture

SMART Agriculture kini dijalankan di enam sekolah di bahagian utara Thailand. Kurikulum Pertanian Intensif SMART terdiri daripada lima unit pembelajaran yang direka oleh pengetua dan guru sekolah tersebut bersama-sama dengan pakar dari Kolej Vokasional Pertanian di Thailand untuk memasukkan pengajaran amalan pertanian lestari ke dalam kurikulum sekolah. Unit pembelajaran ini termasuk:



- Guru-guru dilatih untuk melaksanakan modul ini di sekolah mereka
- Murid diberi peluang latihan dalam perniagaan ladang kopi untuk membangunkan kemahiran vokasional dan mencapai kelayakan yang diiktiraf industri
- Rakan kongsi industri dirujuk tentang pengetahuan dan kemahiran yang perlu dimiliki oleh murid bagi membangunkan murid sebagai tenaga kerja yang bersedia



6.2

Pendidikan STEM untuk kewarganegaraan global di Malaysia

Encik David Chak

PROFIL INSTITUSI

Akademi Arus



Bukit Mertajam, Pulau Pinang dan Kuala Lumpur, Malaysia



Perusahaan sosial bukan berasaskan keuntungan



Bilangan murid: 20,000



Bilangan tenaga pengajar: 6

Seperti kebanyakan negara-negara lain, pendidikan STEM di Malaysia adalah sebahagian daripada usaha pembangunan negara untuk menyediakan rakyat bagi menghadapi kehidupan abad ke-21. Sebahagian daripada usaha Akademi Arus untuk menyokong agenda pendidikan ini adalah melalui pembangunan Portal Pembelajaran Pendidikan Kewarganegaraan Global (GCED) dengan kerjasama UNICEF.

Portal Pembelajaran GCED ialah platform dalam talian percuma di mana murid boleh mempelajari tentang kewarganegaraan global dan penjagaan alam sekitar yang berkait rapat dengan Matlamat Pembangunan Lestari PBB. Platform ini menyediakan pengajaran

berasaskan projek dan contoh rancangan pengajaran yang sejajar dengan sukatan pelajaran kebangsaan Malaysia untuk diterokai oleh murid dan guru. Sehingga kini, GCED mempunyai 15 modul pembelajaran sendiri. Setiap topik berfokus kepada tema-tema yang penting dan memperkasakan murid untuk memainkan peranan aktif dalam menyelesaikan masalah-masalah yang paling mendesak di dunia.



Tahukah anda?

Membina laman web anda sendiri tidak semestinya sukar. Portal Pembelajaran GCED dibangunkan dan diselenggarakan menggunakan aplikasi Google SITES sahaja!

IMBAS UNTUK BELAJAR

Tutorial aplikasi Google Sites Terbaik [20 Templat & Contoh]



The World Health Organization (WHO) wants to start a campaign to teach younger kids about air pollution and has enlisted the help from website designers to create this campaign.

Students, as the website designers, will create a campaign website based on Chapter 7: Air.

Start Air Pollution



Save Tasik Chini is a Science project that explores the fate of Malaysia's 2nd largest natural fresh water lake, Tasik Chini.

Through understanding the systems and structure of the Earth, students explore the environmental issues that has happened around the lake to decide if Tasik Chini is still deserving of the UNESCO Biosphere Reserve status.

Start Save Tasik Chini



Using knowledge on factoring, squares and cubes, students explore and analyse food production for different regions in the world. Students will need to come up with the best methods to ensure an efficient and sustainable food production to achieve zero hunger.

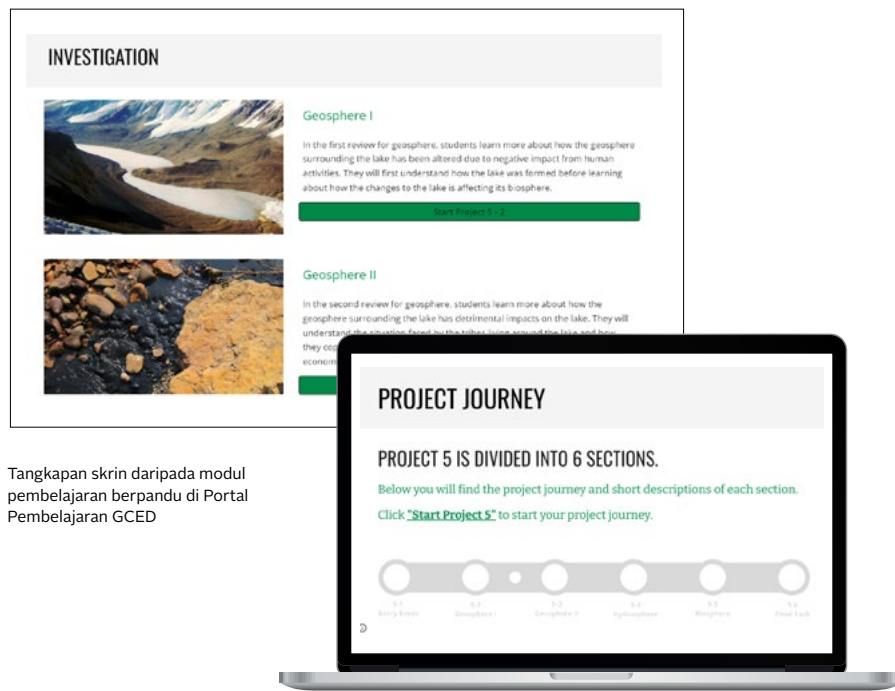
Start Hunger Project

Tiga modul pembelajaran daripada Portal Pembelajaran GCED

Guru-guru boleh menggunakan projek ini dalam pengajaran bilik darjah mereka atau menetakannya sebagai buku kerja interaktif dalam talian dan tugas yang perlu diselesaikan oleh murid secara berdikari di luar waktu kelas.

Modul ini membolehkan murid untuk memahami, sebagai contoh, cara konsep matematik digunakan untuk memahami cabaran kelangsungan bekalan makanan global, atau bagaimana pengetahuan teori zarah udara boleh digunakan dalam konteks perubahan iklim dan pencemaran.

Penyepaduan konsep STEM ke dalam pendidikan kewarganegaraan global menjadikan mata pelajaran ini relevan dengan cabaran kontemporari dan menggalakkan murid untuk menggunakan pengetahuan mereka untuk menyediakan penyelesaian kreatif yang arif untuk masa depan yang mampan. Murid STEM bukan sahaja perlu menguasai kompetensi khusus dalam mata pelajaran, tetapi juga berkembang menjadi warga global yang peka terhadap isu sosial dan mementingkan kesejahteraan alam sekitar.



Tangkapan skrin daripada modul pembelajaran berpandu di Portal Pembelajaran GCED

IMBAS UNTUK BELAJAR

Portal Pembelajaran GCED dan cara-cara anda boleh menggunakan modul ini



Idea untuk mengajar SDG melalui pelajaran STEM



Mengapa kita memerlukan kreativiti dalam STEM untuk mencapai SDG



Cubalah!

Fikirkan tentang isu-isu yang mempengaruhi komuniti anda. Bagaimanakah anda boleh memasukkannya dalam pengajaran anda dan menggalakkan murid anda untuk membangunkan penyelesaian menggunakan pemikiran dan pengetahuan STEM?

6.3

Topik Perbincangan: Pendidikan STEM holistik untuk masyarakat inklusif

Soalan: Bagaimanakah pendidikan STEM boleh digunakan untuk mencipta dunia yang lebih baik dan lebih inklusif?

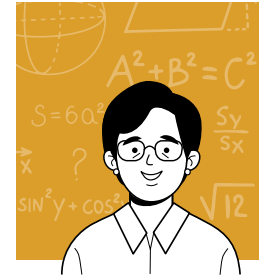


ENCIK DAVID CHAK

Pengasas Bersama,
Akademi Arus, Malaysia

Di samping usaha pembangunan kapasiti STEM, kita juga tidak harus mengabaikan aspek sains sosial dan kemanusiaan dalam pendidikan. Kemajuan STEM telah membawakan kemajuan penghasilan ubat-ubatan dan vaksin, namun ia juga telah memburukkan lagi peperangan. Pengajaran STEM perlu diseimbangkan dengan pengajaran aspek kemanusiaan dalam penggunaan teknologi untuk kemajuan masyarakat.

Pembelajaran bukan hanya untuk otak, tetapi juga untuk hati dan jiwa kita. Melalui kursus matematik dan logik pada peringkat universiti yang pernah saya hadiri, saya telah merasai penemuan nilai-nilai kerohanian di pinggir pengetahuan sains. Kita boleh merasai keindahan alam semula jadi dan keharmonian semula jadi dalam semua perkara. Kita juga harus berusaha untuk memasukkan pelajaran kemanusiaan sedemikian ke dalam pendidikan STEM untuk memastikan kemajuan STEM memberi manfaat kepada kemanusiaan dan bukan yang sebaliknya.



**DR PORNPUN
WAITAYANGKOON**

Pengarah, Pusat Serantau
SEAMEO untuk Pendidikan
STEM

Di kebanyakan sekolah, pendidikan STEM dikhaskan untuk murid yang berprestasi tinggi sahaja. Kami juga cenderung untuk menghadkan pendidikan STEM kepada pendidikan vokasional, tetapi mengapa kita tidak memasukkannya ke dalam pendidikan am? Jika kita bermula dengan lebih awal, kita juga boleh menyediakan asas bagi murid-murid untuk memahami perkaitan dan kepentingan menguasai kecekapan STEM di dunia sebenar, contohnya kecekapan kewangan. Kita perlu mentakrifkan semula pendidikan STEM pada peringkat sekolah. Ia sepatutnya dibentuk untuk semua murid dan bukan hanya untuk mereka yang berprestasi tinggi. Dengan cara ini, kita boleh membangunkan tenaga kerja yang berkualiti untuk memajukan ekonomi dan meningkatkan taraf hidup bagi semua tanpa mengira latar belakang dan kebolehan.



Apakah peranan pendidikan STEM dalam usaha ke arah pembangunan mampan?

Memandangkan anda telah selesai membaca bab ini, inilah perspektif kami!

Pendidikan STEM memainkan peranan yang penting untuk membantu murid menggunakan pengetahuan teori mereka untuk memahami keadaan dunia di sekeliling mereka, dan membangunkan kemahiran-kemahiran yang penting seperti pemikiran kritis, penyelesaian masalah dan kerja berkumpulan.

Walau bagaimanapun, untuk mencipta penyelesaian yang bersifat holistik dan berpusatkan pengguna, kita juga harus mengimbangi pengajaran STEM dengan pendidikan sains sosial dan kemanusiaan.

Apakah yang akan anda buat? Adakah ianya serupa seperti di atas?

PESANAN PENUTUP

Mengajar STEM di Asia Tenggara ialah siri kelima dalam Making HEADway, iaitu webinar dan siri buku panduan kami yang berfokuskan pengamal. Dalam siri ini, kami telah menjemput pendidik-pendidik dari seluruh rantau untuk berkongsi amalan terbaik dan inovasi dalam pengajaran dan pembelajaran STEM, terutamanya semasa berlakunya pandemik. Siri kelima ini mengiktiraf kepentingan pendidikan STEM untuk membangunkan ekonomi yang berdaya saing dan modal insaniah pada era digital. Bagaimanakah guru boleh membawa pendidikan STEM ke dalam bilik darjah, sedangkan ramai daripada mereka tidak biasa dengan prinsip teras dan pedagoginya? Kami mengenal pasti kebimbangan pendidik dan menanganinya dengan mengumpulkan penyelidik, pentadbir sekolah dan pendidik yang berpengalaman dalam STEM untuk berkongsi cara mereka membawa pendidikan STEM ini ke dalam bilik darjah.

Dalam buku panduan ini, kami telah mengumpulkan amalan-amalan inovatif yang telah dikongsi oleh ahli-ahli panel kami semasa siri webinar. Ahli-ahli panel kami telah berkongsi kepakaran mereka untuk menggunakan pedagogi STEM dengan berkesan, memperkenalkan cara inovatif untuk menyepadukan pendidikan STEM ke dalam bilik darjah, dan membincangkan kepentingan membentuk hubungan yang teguh dengan badan-badan kerajaan dan industri-industri yang berkaitan untuk menyokong ekosistem STEM yang mampan. Kami berharap buku panduan ini menjadi bahan rujukan yang tidak ternilai untuk memperdalamkan pemahaman anda tentang pendidikan STEM dan juga memberi inspirasi kepada anda untuk melaksanakan idea praktikal dan boleh dilaksanakan di bilik darjah anda.

Siri ini juga memperlihatkan impak dan kepentingan untuk mempelajari antara satu sama lain. Kami telah mewujudkan satu kumpulan pembelajaran sosial di aplikasi Facebook iaitu *Teaching, Leading, Learning* untuk anda berkongsi keberkesanan strategi-strategi yang telah digariskan dalam buku panduan ini bagi anda. Jangan berasa ragu-ragu untuk berkongsi jika anda telah melaksanakan mana-mana aktiviti yang telah dicadangkan dan sertai perbualan kami pada hari ini!

Siri webinar dan buku panduan ini telah menyentuh dengan meluas mengenai topik-topik penting dalam pendidikan. Walau bagaimanapun, kami memahami bahawa pelaksanaan idea-idea ini mungkin memerlukan pengetahuan yang lebih mendalam tentang teori-teori dan peralatan yang terlibat. Kami telah merancang beberapa program menarik tentang alat-alat dan strategi yang diliputi dalam siri ini secara lebih mendalam, jadi nantikan maklumat terkini daripada kami!

Vignesh Louis Naidu

Pengarah, Operasi
The HEAD Foundation

IMBAS UNTUK MENONTON
**Siri webinar Mengajar
STEM di Asia Tenggara
oleh The HEAD Foundation**



Making HEADway telah dicadangkan, dirancang dan dilancarkan oleh The HEAD Foundation pada tahun 2020 sebagai tindak balas kepada krisis COVID-19. Dalam setiap siri webinar dan buku panduan, tokoh pengajar serantau yang inovatif berkongsi pengalaman, strategi dan tip untuk melaksanakan pembelajaran jarak jauh dan memastikan sekolah dan sistem pendidikan kita membangun dengan lebih baik untuk masa hadapan.

TONTON
RAKAMAN DI SINI



DAPATKAN BUKU
PANDUAN DIGITAL DI SINI



Juga dalam siri ini

NO. 4 MEMPERTINGKATKAN PEMBELAJARAN JARAK JAUH

Judul ini merujuk kepada alat-alat dan teknik-teknik yang telah diliputi dalam siri sebelumnya dan membincang dengan lebih mendalam tentang cabaran yang dihadapi dalam pembelajaran jarak jauh, dan cara pendidik boleh memanfaatkan peluang perubahan ini untuk menyampaikan pembelajaran yang berkesan kepada murid tanpa mengira modaliti. Kami meneroka alat-alat pembelajaran dalam dan luar talian serta kaedah-kaedah pentaksiran yang cekap dan boleh diterjemahkan ke dalam bilik darjah apabila pembelajaran secara bersemuka berlangsung semula.

NO. 3 MERAPATKAN JURANG DALAM PEMBELAJARAN JARAK JAUH

Banyak yang telah diperkatakan tentang ketidaksamaan pendidikan yang diburukkan lagi oleh pandemik COVID-19 - namun apakah yang boleh dilakukan untuk mengurangkan impaknya? Kami meneroka spektrum teknologi pendidikan daripada bilik darjah maya kepada pelajaran berasaskan radio, menunjukkan peranan komuniti dalam pendidikan dan cara-cara kami membangunkan pelajaran yang inklusif dan menarik dalam persekitaran pembelajaran jarak jauh.

NO. 2 MEMUPUK BUDAYA SEKOLAH POSITIF DALAM NORMA BAHARU

Selain daripada memenuhi keperluan kognitif dan sosial-emosi segera murid, pendidik-pendidik dalam siri ini berkongsi cara mencipta persekitaran dan komuniti sekolah di mana guru dan murid boleh berkembang maju dalam norma baharu.

KETAHUI DENGAN LEBIH LANJUT

<https://headfoundation.org/making-headway>

Memberi impak positif di Asia melalui *pendidikan berkualiti* dan *penjagaan kesihatan yang berkesan*

The HEAD Foundation adalah organisasi amal yang ditubuhkan pada tahun 2013 di Singapura untuk menyumbang kepada pembangunan lestari di Asia.

headfoundation.org





The HEAD Foundation adalah
Pertubuhan Amal Antarabangsa yang
berdaftar dengan Pesuruhjaya bagi
Badan-Badan Amal di Singapura.

20 Upper Circular Road
The Riverwalk #02-21
Singapore 058416

headfoundation.org

f TheHEADFoundation

t @HEAD_Foundation

in The HEAD Foundation

y The HEAD Foundation

ISBN: 978-981-18-5379-1