



## **Pendekatan Pendidikan STEM Alam Sekitar (E→STEM) Dalam Pendidikan Tentang Air Sekolah Rendah Di Malaysia**

Ika Liana Khalid\*, Mohd Nor Syahrir, Hidayah Mohd Fadzil  
Fakulti Pendidikan, Universiti Malaya, Malaysia  
ikalianakhalid@gmail.com

**Abstrak:** Krisis air bersih merupakan isu global yang semakin mendesak, memerlukan pendekatan pendidikan yang berkesan untuk meningkatkan kesedaran dan pemahaman terhadap isu alam sekitar. Pendekatan Pendidikan STEM Alam Sekitar (E→STEM) dengan mengintegrasikan kemahiran STEM seperti penyelesaian masalah, reka bentuk kejuruteraan, kreativiti dan kompetensi digital dengan literasi alam sekitar, boleh dijadikan satu alternatif dalam mendidik masyarakat khususnya kepada generasi muda seperti murid sekolah rendah. Melalui pendekatan ini, murid dilatih untuk memahami isu-isu alam sekitar, terutamanya yang berkaitan dengan air, sambil mengembangkan kemahiran abad ke-21 yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dunia sebenar. Pendekatan pendidikan E→STEM juga menekankan pentingnya kesedaran terhadap pembangunan mampan dan peranan aktif murid dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Pendidikan air di peringkat sekolah rendah memainkan peranan penting dalam memupuk kesedaran awal terhadap tanggungjawab terhadap alam sekitar.

**Kata kunci:** Pendidikan STEM Alam Sekitar (E→STEM), pendidikan tentang air, kemahiran STEM, alam sekitar

**Abstract:** The global clean water crisis is becoming increasingly urgent, necessitating effective educational approaches to enhance awareness and understanding of environmental issues. The Environmental STEM Education (E→STEM) approach, which integrates STEM skills such as problem-solving, engineering design, creativity and digital literacy with environmental literacy, offers a viable alternative for educating society, particularly younger generations, such as primary school students. Through this approach, students are equipped to comprehend environmental challenges, particularly those concerning water resources, while developing essential 21st-century skills for addressing real-world problems. Moreover, the E→STEM approach underscores the significance of cultivating awareness around sustainable development and the active involvement of students in maintaining ecosystem balance. Water education at the primary school level plays a pivotal role in fostering early environmental responsibility and stewardship.

**Keywords:** Environmental STEM Education (E→STEM), Water Education, STEM Skills, Environment



## Pengenalan

Masalah krisis air bersih adalah kebimbangan global yang kritikal, memerlukan kajian dan intervensi segera secara berterusan. Generasi masa hadapan perlu berusaha untuk berkongsi sumber air semula jadi yang terhad kerana menurut (United Nations, 2022) planet ini perlu menampung populasi manusia yang besar dan dijangka mencapai sebanyak 9.8 bilion menjelang tahun 2050 dan 11.2 bilion menjelang tahun 2100. Masalah menjadi bertambah buruk jika berlakunya pencemaran air yang memberi kesan merugikan terhadap ekosistem akuatik, kesihatan manusia dan kepelbagaian biologi secara keseluruhan. Krisis air bersih dirumitkan lagi dengan sikap, kesedaran, amalan serta tingkah laku manusia yang tidak cakna dengan pembaziran air bersih.

Salah satu langkah untuk meningkatkan kesedaran, keprihatinan dan tingkah laku masyarakat terhadap alam sekitar adalah melalui pendidikan. Pendidikan merupakan proses untuk mengubah individu, pemikiran, memperoleh tingkah laku yang diinginkan, penilaian pengetahuan dan nilai murni serta kemahiran individu untuk menyelesaikan masalah alam sekitar (Yeşilyurt et al., 2020). Pendidikan untuk pembangunan mampan (ESD) adalah proses pembelajaran sepanjang hayat, bersifat holistik dan tidak formal, ianya mencakupi kandungan pembelajaran dan hasil pembelajaran, pedagogi dan persekitaran pembelajaran itu sendiri.

Namun begitu, menurut (Haliza Abdul Rahman, 2017) guru menggunakan pedagogi yang membosankan, lebih kepada teori tanpa praktikal dan tidak dapat memupuk kemahiran menyelesaikan masalah, guru kurang pengetahuan tentang alam sekitar seperti masalah air global, kurang mahir serta tidak yakin untuk mengajar berkaitan alam sekitar, kurang penekanan terhadap kemahiran menyelesaikan masalah dan membuat keputusan berkaitan alam sekitar dan kurang penerapan nilai-nilai murni.

Justeru itu, terdapat satu pendekatan pendidikan alam sekitar yang boleh diketengahkan iaitu Pendidikan STEM Alam Sekitar (E→STEM). Menurut (Helvacı, 2021), pendekatan E→STEM adalah satu bentuk pendidikan alam sekitar yang baharu dan digabungkan dengan pendidikan STEM. Pendedahan pendidikan E→STEM pada peringkat sekolah rendah diharapkan dapat menghasilkan murid yang mempunyai literasi (celik) alam sekitar yang tinggi dan berkeupayaan berfikir secara kreatif dan kritis untuk menyelesaikan masalah dunia nyata berkaitan alam sekitar.

## Pendidikan STEM di Malaysia

Pendidikan STEM di Malaysia pula dilaksanakan secara formal berdasarkan kurikulum kebangsaan dan secara bukan formal melalui aktiviti koakademik dan kokurikulum (Bahagian Pembangunan Kurikulum, 2016). Pendidikan STEM di Malaysia boleh dilaksanakan dengan pelbagai cara. Bahagian Pembangunan Kurikulum telah menyarankan pengajaran dan pembelajaran STEM di Malaysia menggabungkan pengetahuan, kemahiran dan nilai dalam subjek STEM melalui pendekatan seperti pembelajaran berasaskan projek, pembelajaran berasaskan inkuiri dan pembelajaran berasaskan masalah dalam situasi dunia sebenar seperti dalam Rajah 1 dibawah. Walau bagaimanapun, terdapat beberapa lagi kaedah instruksional lain yang boleh digunakan dalam pendidikan STEM seperti modul pembelajaran 5E dan proses rekabentuk kejuruteraan (RBK). Murid yang didedahkan dengan pendidikan STEM akan lebih berkemahiran berfikir secara kritis, inovatif, berbudi bahasa, berdikari,

berliterasi teknologi, mampu mereka cipta, menyelesaikan masalah dan membuat keputusan yang rasional (Bahagian Pembangunan Kurikulum, 2016).

### Rajah 1. Pengajaran dan pembelajaran STEM di Malaysia



Sumber: Buku Panduan Pelaksanaan STEM dalam Pengajaran dan Pembelajaran

### Pendekatan Pendidikan STEM Alam Sekitar (E→STEM)

Pada tahun 1960, *National Association for Environment Education* (NAEE) merupakan sebuah badan amal yang berpangkalan di United Kingdom ditubuhkan bertujuan untuk mempromosikan semua konsep berkaitan pendidikan alam sekitar (Green et al., 2019) dan seterusnya memperkenalkan konsep pendekatan alam sekitar dengan pendidikan STEM (Sevcac & Helvaci, 2019). Pendidikan STEM didapati efektif untuk mendidik tentang masalah alam sekitar kerana pendidikan STEM menggalakkan kemahiran abad ke-21 contohnya kemahiran menyelesaikan masalah, kemahiran berkeaktiviti, kemahiran menghasilkan inovasi dan kemahiran berfikir secara kritis (Koculu & Girgin, 2022) Pendekatan pendidikan STEM berpotensi menjadi semakin berkembang apabila digabungkan dengan disiplin lain seperti pendidikan alam sekitar.

Pada awalnya, akronim E-STEM membawa maksud pengintegrasian Alam Sekitar (*Environment*) dengan bidang pendidikan STEM (Sevcac, 2022) . Oleh kerana akronim E-STEM juga dikenali sebagai *e-learning* STEM (Syarifah Rahmiza Muzana et al., 2021) dan *Entrepreneurship* STEM (Eltanahy et al., 2020), maka penggunaan akronim E→STEM diperkenalkan oleh sebuah badan amal iaitu *North American Association for Environmental Education* (NAAEE) yang mempunyai tujuan yang sama seperti NAEE pada tahun 2013

Anak panah di antara E dan STEM bermaksud program dan inisiatif pembelajaran yang melibatkan individu dalam persekitaran sebagai cara untuk meneroka konsep dalam disiplin STEM tradisional

### Pendekatan Pendidikan STEM Alam Sekitar (E→STEM) menggunakan Proses Rekabentuk Kejuruteraan (RBK)

Kaedah instruksional yang sesuai menggunakan pendekatan E→STEM adalah proses reka bentuk kejuruteraan (RBK) kerana mempunyai struktur yang akan



memberikan asas yang kukuh kepada pendidikan alam sekitar yang disampaikan dalam suasana pendekatan STEM (Sevcan, 2022). Proses RBK dengan pemahaman yang mudah adalah aspek asas kejuruteraan yang mengubah idea menjadi penyelesaian praktikal dan jika dalam pendidikan, RBK merupakan proses mendidik murid berfikir seperti seorang jurutera (Sudrajat et al., 2022). Proses RBK mempunyai beberapa langkah pelaksanaan bergantung kepada panduan kurikulum seperti dalam Jadual 1 dibawah.

**Jadual 1.** Pelbagai Langkah Proses Reka Bentuk Kejuruteraan

ADDIE*	NASA*	IBED*	ABET*	EiE*
Soalan Kaji masalah Bayangkan Rancang Reka Cipta Uji dan Nilai	Soalan Bayangkan Rancang Reka Cipta Eksperimen Penambahbaikan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenal pasti masalah</li> <li>• Tetapkan kriteria pengukuran</li> <li>• Sesi mencetus idea</li> <li>• Pelbagai penyelesaian</li> <li>• Pilih satu atau lebih konsep</li> <li>• Prototaip dan uji</li> <li>• Penyelesaian akhir</li> <li>• Refleksi proses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenali keperluan</li> <li>• Takrif masalah</li> <li>• Rancang projek</li> <li>• Kumpul maklumat</li> <li>• Pendekatan alternatif</li> <li>• Pilih satu atau lebih konsep</li> <li>• Prototaip dan uji</li> <li>• Penyelesaian akhir</li> <li>• Refleksi proses</li> </ul>	Soalan Bayangkan Rancang Reka Cipta Penambahbaikan

Sumber: (Arık & Topçu, 2022) untuk ADDIE, NASA, IBED dan EiE. Sumber: (Muhammad Syukri et al., 2014) untuk ABET.

\*ADDIE *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*

\*NASA *National Aeronautics and Space Administration*

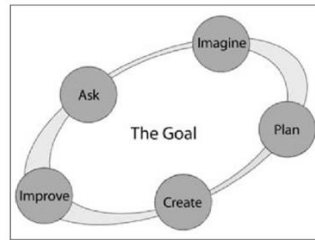
\*IBED *Inquiry By Engineering Design*

\*ABET *Accreditation Board for Engineering and Technology*

\*EiE *Engineering is Elementary*

Proses RBK daripada program "*Engineering is Elementary*" (EiE) antara yang sesuai digunakan di peringkat sekolah rendah dan merupakan satu kurikulum kejuruteraan yang terbaik di Amerika Syarikat yang telah dibuat kajian mendalam dan telah diuji di dalam kelas gred 1 hingga 5 dengan mengintegrasikan konsep dan kemahiran kejuruteraan dan teknologi ke dalam topik sains sekolah rendah agar dapat melatih murid melihat diri mereka sebagai seorang jurutera (Cunningham et al., 2019). Terdapat lima langkah dalam proses RBK EiE seperti dalam Rajah 2.

## Rajah 2. Proses Reka Bentuk Kejuruteraan "Engineering is Elementary" (EiE)



Sumber: *Engineering is Elementary*, Museum of Science, Boston.

Berdasarkan kepada Rajah 2, proses RBK EiE berbentuk kitaran yang bermaksud boleh bermula dari mana-mana langkah. Namun begitu, bagi memudahkan murid dan guru menggunakan kesemua langkah dan menjalankan aktiviti secara sistematis, mencadangkan agar bermula dengan langkah soalan (*ask*). Berikut merupakan huraian ringkas tentang aktiviti RBK bagi setiap peringkat di bawah program EiE menurut (Cunningham, 2009).

### i. Bertanya soalan (*Ask*)

Unit-unit dalam program EiE selalunya akan dimulakan dengan aktiviti bercerita seperti dalam Rajah 2.6 kerana konsepnya ialah untuk memperkenalkan kejuruteraan kepada murid dengan medium yang selesa dan tidak berat. Murid didedahkan dengan fenomena, cerita atau kejadian berlatar belakang budaya dan negara dari seluruh dunia yang menampilkan masalah dalam dunia sebenar. Seterusnya murid dikehendaki mengenal pasti masalah di persekitaran mereka. Pada peringkat ini, soalan dikembangkan dari masalah utama.

### ii. Bayangkan (*Imagine*)

Setelah masalah telah dikenal pasti, murid perlu membayangkan cara untuk menyelesaikan masalah tersebut. Murid perlu menghubungkan pengetahuan sains yang mereka telah pelajari sebelum ini untuk mencari penyelesaian.

### iii. Rancang (*Plan*)

Setelah mempunyai penyelesaian yang terbaik, murid perlu merancang agar penyelesaian tersebut dapat dijadikan sebagai produk. Pada peringkat ini, murid perlu membuat lakaran, jadual atau graf bagi memudahkan murid untuk merancang jenis bahan yang sesuai, kos dan idea untuk menjadikannya produk atau prototaip pada peringkat seterusnya. Pada peringkat ini juga, murid dapat menghubungkan kaitkan antara sains, matematik dan kejuruteraan.

### iv. Reka Cipta (*Create*)

Pada peringkat ini, murid perlu menjadikan apa yang dirancang menjadi sebuah produk teknikal sains atau prototaip. Lakaran yang telah dibuat diterjemahkan ke bentuk realiti. Setelah produk atau prototaip dihasilkan, murid perlu mencubanya (*test*).

### v. Penambahbaikan (*Improve*)

Semasa murid mencuba produk yang dihasilkan, pastinya ada kekurangan atau penambahbaikan yang hendak dilakukan sama ada bahan yang tidak sesuai atau tidak



dapat menyelesaikan masalah. Maka murid perlu mengubah suai reka bentuk produk agar menjadi lebih baik. Murid juga boleh mengulangi dari peringkat awal atau mana-mana peringkat yang dirasakan sesuai.

### **Literasi air masyarakat di Malaysia**

Inisiatif terbesar kerajaan Malaysia adalah dengan mewujudkan Dasar Sumber Air Negara (DSAN) dibawah Rancangan Malaysia Kesepuluh (2011-2015) sebagai panduan komprehensif untuk tadbir urus air di peringkat kebangsaan. Dasar ini diwujudkan bagi mengatasi jurang pengetahuan dan mengukuhkan kaedah dan amalan yang mampan untuk pengurusan air dan bersama-sama mengatasi masalah tentang air di Malaysia. Selain itu, pelbagai program kesedaran tentang penjimatan air, pencemaran sungai dan laut telah dilakukan di peringkat persekutuan dan negeri bersama-sama dengan agensi kerajaan dan bukan kerajaan.

Namun begitu, tahap kesedaran orang dewasa terhadap pencemaran sungai masih rendah seperti dapatan kajian (Che Ros Lidawati Che Mat, 2020) yang mendapati pengusaha-pengusaha batik di Kelantan mengalirkan air sisa yang tidak dirawat ke dalam sungai dan tidak mengetahui tindakan mereka akan menjejaskan kebersihan sungai. Selain itu, pencemaran sungai di Malaysia tetap berlaku malahan, sejumlah 23 sungai dikategorikan sebagai tercemar daripada 670 sungai di Malaysia yang dipantau oleh Jabatan Alam Sekitar (JAS) (Kementerian Alam Sekitar Dan Air, 2021). Selain itu, kesedaran masyarakat tentang kesan pembuangan plastik ke dalam sungai dan laut masih kurang memuaskan (Syuhaida Ismail & Nurfatin Wahida Puspa, 2023).

Seterusnya, isu masyarakat Malaysia yang menggunakan air domestik secara berlebihan (penggunaan tandas, mandi, membasuh kereta, menyiram pokok bunga dan penggunaan mesin basuh pakaian) iaitu purata 200-350 liter air sehari dan melebihi nilai yang ditetapkan Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (PBB) iaitu 165 liter air sehari untuk setiap orang (Abu Anas Abd Malek & Lilia Halim, 2023). Kadar tarif air yang murah di Malaysia dan dasar air percuma untuk 20 meter padu terawal menyebabkan rakyat Malaysia menggunakan air secara tidak efisien (Nabsiah Abdul Wahid et al., 2022) Penggunaan air domestik yang berlebihan dan tidak terkawal telah memberi tekanan kepada sumber bekalan air sedia ada (Shan et al., 2020). Kesannya ialah masalah kekurangan air seperti di negeri Kelantan yang hanya 71.7 peratus daripada 1.7 juta penduduknya mendapat kemudahan bekalan air bersih yang berkualiti (Nur Hasliza Mohd Salleh, 2023).

Memandangkan kurangnya kesedaran berkaitan masalah air dikalangan orang dewasa, maka terdapat kepentingan pendidikan tentang air kepada generasi muda. Pendedahan awal pendidikan tentang air kepada murid sekolah adalah bertujuan untuk menghasilkan generasi yang cakna terhadap masalah air serta amalan penjimatan air (Mohmadisa Hashim et al., 2021). Namun begitu, dapatan daripada beberapa kajian terhadap murid sekolah hingga pelajar pusat pengajian tinggi mendapati tahap pengetahuan dan tahap kesedaran alam sekitar adalah tinggi tetapi tidak menentukan sikap dan tingkah laku positif terhadap alam sekitar (Abu Anas Abd Malek & Lilia Halim, 2023).

## Pendidikan tentang air sekolah rendah di Malaysia


Mengapa air? Air merupakan sumber keperluan asas utama kepada semua benda hidup dan tanpa air semua hidupan akan mati. Antara 17 Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) yang dibentuk oleh Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (PBB) sebagai komitmen global, dua daripadanya adalah tentang air. Matlamat 6 iaitu Air Bersih dan Sanitasi dan Matlamat 14 iaitu Kehidupan di Bawah Air. Pendidikan tentang air sesuai menjadi tajuk dalam pendidikan alam sekitar. Walau bagaimanapun, pendidikan alam sekitar di Malaysia bukan merupakan satu mata pelajaran khusus tetapi diajar secara merentas kurikulum. Kesannya terhadap tahap pengetahuan murid tentang alam sekitar adalah amat terhad, kemahiran dan sikap mereka terhadap alam sekitar juga sangat rendah bahkan ada kalangan murid yang tidak terdedah kepada perkara-perkara yang berkaitan dengan alam sekitar serta tidak mempedulikan tentang permasalahan alam sekitar (Haliza Abdul Rahman, 2017).

Namun begitu, terdapat tajuk khusus tentang air dalam mata pelajaran Sains Tahun 2 (murid berusia 8 tahun) iaitu tentang sumber-sumber air dan kitaran air semulajadi. Walau bagaimanapun, ianya hanya menyentuh tentang pengetahuan asas sahaja. Adalah penting jika ditambah dengan pendedahan tentang masalah air global dan senario dalam dunia sebenar. Pengetahuan asas tentang pencemaran sungai dan laut, faktor berlakunya pencemaran dan kesannya kepada semua hidupan adalah sangat penting untuk diberi pendedahan kepada kanak-kanak khususnya murid sekolah rendah.

## Pendidikan tentang air menggunakan pendekatan E→STEM

Apabila guru hendak menggunakan pendekatan E→STEM, maka guru perlu merancang rancangan pengajaran yang merangkumi semua aspek alam sekitar dan STEM seperti contoh rancangan pengajaran dalam Rajah 3 dibawah.

### Rajah 3. Contoh Rancangan Pengajaran E→STEM

Cadangan Rancangan Pengajaran	
AKTIVITI 1	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Jenis sekolah : Sekolah rendah            Kelas : Tahun 5            Durasi PdP : 8jam</p> <p><b>Alam Sekitar (E)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyatakan kegunaan air</li> <li>• Menyatakan kepentingan penjagaan sumber air</li> <li>• Memerihalkan kepentingan kitaran air semulajadi</li> <li>• Memahami kepentingan penjimatan air</li> <li>• Menjalankan projek pembersihan air</li> </ul> <p><b>Sains (S)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9.1.1 Menyatakan sumber air semulajadi seperti hujan, sungai, tasik, laut dan mata air (<i>DSKP Sains Tahun 2</i>)</li> <li>• 9.1.4 Membuat urutan kitaran air semulajadi (<i>DSKP Tahun 2</i>)</li> <li>• 8.2.3 Menghubung kait perubahan keadaan jirim bagi air dengan pembentukan awan dan hujan (<i>DSKP Tahun 5</i>)</li> </ul> <p><b>Teknologi (T)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mencari maklumat di internet</li> <li>• Menyediakan pelan rekabentuk</li> <li>• Menyediakan slaid pembentangan prototaip</li> </ul> <p><b>Kejuruteraan (E)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplikasi Proses Rekabentuk Kejuruteraan (EDP)</li> <li>• Menghasilkan prototaip produk "Alat Penapis Air"</li> </ul> <p><b>Matematik (M)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Membuat anggaran perbelanjaan untuk menghasilkan prototaip (Tajuk: Wang Tahun 5)</li> </ul>



Seterusnya pelaksanaan awal dengan memberi pendedahan kepada masalah dunia sebenar. Murid mengenalpasti masalah dan penyelesaian yang mungkin dan memilih penyelesaian terbaik. Menentukan penyelesaian yang paling sesuai memerlukan kemahiran untuk membuat keputusan. Setelah itu, pembangunan protaip untuk penyelesaian yang dicadangkan. Kemudian menguji protaip dan membuat keputusan sama ada untuk menambah baik atau mereka bentuk semula prototaip untuk memperbaiki kekurangan pada prototaip.

## Kesimpulan

Pendekatan E→STEM merupakan konsep baharu dalam pendidikan alam sekitar dan merupakan titik permulaan yang sesuai untuk menghubungkan antara pendidikan STEM dengan pendidikan alam sekitar sekaligus membantu keberkesanan pendidikan STEM. Matlamat pendidikan alam sekitar di Malaysia ialah untuk meningkatkan pengetahuan, pemahaman dan kesedaran alam sekitar murid supaya mereka menjadi individu yang bertanggungjawab, sensitif dan berliterasi dengan alam sekitar manakala matlamat pendidikan STEM dijelaskan oleh Bybee (2010) adalah untuk mewujudkan masyarakat berliterasi STEM, merupakan inovasi untuk menyediakan tenaga kerja yang mempunyai kemahiran abad ke-21 dan dapat menyesuaikan diri dengan dunia yang berkembang pesat dan mampu menjalankan penyelidikan dan pembangunan yang canggih. Namun begitu, bukan semua kanak-kanak perlu membesar menjadi seorang saintis atau jurutera, matlamat STEM lebih daripada itu iaitu untuk membangunkan kecekapan individu untuk membuat keputusan yang memberi kesan positif terhadap isu-isu sosial dan alam sekitar. Adalah diharapkan dengan pengintegrasian ini, dapat memberi impak kepada kedua-dua bidang dan semestinya memberi impak positif kepada kemenjadian generasi yang berliterasi alam sekitar.

## Rujukan

- Abu Anas Abd Malek, & Lilia Halim. (2023). Faktor Penentu Kepada Pembentukan Niat Terhadap Tingkah Laku Penjimatan Air dalam kalangan Pelajar. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities*, 8(2).
- Arik, M., & Topçu, M. S. (2022). Implementation of Engineering Design Process in the K-12 Science Classrooms: Trends and Issues. *Research in Science Education*, 52(1), 21–43. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09912-x>
- Bahagian Pembangunan Kurikulum. (2016). *Panduan Pelaksanaan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) dalam Pengajaran dan Pembelajaran*. Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. In *Technology and Engineering Teacher* (pp. 30–35).
- Che Ros Lidawati Che Mat. (2020). *Kesedaran Alam Sekitar di Kalangan Pengusaha Batik dan Kesan Pelepasan Efluen*. Universiti Teknologi Malaysia.
- Cunningham, C. M. (2009). Engineering Is Elementary. *The Bridge*, 39(3).
- Cunningham, C. M., Lachapelle, C. P., Brennan, R. T., Kelly, G. J., Tunis, C. S. A., & Gentry, C. A. (2019). The impact of engineering curriculum design principles on elementary students'. *Journal of Research in Science Teaching*, 1–31. <https://doi.org/10.1002/tea.21601>



- Eltanahy, M., Forawi, S., & Mansour, N. (2020). Incorporating Entrepreneurial Practices into STEM Education: Development of Interdisciplinary E-STEM Model in High School in the United Arab Emirates. *Thinking Skills and Creativity*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100697>
- Green, J., Hatch, N., & Scott, W. (2019). *Environmental education through STEM*. 101(December).
- Haliza Abdul Rahman. (2017). Usaha dan cabaran dalam mengaplikasikan pendidikan alam sekitar dalam sistem persekolahan di Malaysia. *Asian Journal of Environment, History and Healing*, 1(2), 61–70.
- Helvaci, S. C. (2021). E → STEM Approach Applications in Environmental Education. In S. Erten (Ed.), *Different Perceptions of Environmental Education* (pp. 171–202). ISRES Publishing.
- Kementerian Alam Sekitar Dan Air. (2021). *Laporan Kualiti Alam Sekeliling 2021*.
- Koculu, A., & Girgin, S. (2022). The Effect of E-STEM Education on Students' Perceptions and Engineering Design Process about Environmental Issues. *World Journal of Education*, 12(6), 49–55. <https://doi.org/10.5430/wje.v12n6p49>
- Mohmadisa Hashim, Mohamad Danial Mohd Shariff, Hanifah Mahat, Saiyidatina Balkhis Norkhaidi, Nasir Nayan, & Yazid Saleh. (2021). Water-saving among school students in Malaysia. *Cakrawala Pendidikan*, 40(1), 32–42. <https://doi.org/10.21831/cp.v40i1.32606>
- Muhammad Syukri, Lilia Halim, & T. Subahan Mohd Meerah. (2014). Pengintegrasian Reka Bentuk Kejuruteraan Dalam pengajaran & Pembelajaran Sains: Satu Model Pendekatan Pendidikan STEM. *International Seminar on Global Education II*, 2.
- Nabsiah Abdul Wahid, Sharifah Fairuz Syed Fadzil, & Shaizatulaqma Kamalul Ariffin. (2022). Influences of Problem Awareness, Awareness of Consequences and Ascription of Responsibility on Consumer's Personal Norm to Prevent Water Wastage Behavior. *Environment and Ecology Research*, 10(2), 275–283. <https://doi.org/10.13189/eer.2022.100217>
- Nur Hasliza Mohd Salleh. (2023). *Kemiskinan air di Malaysia semakin meruncing? MALAYSIA NOW*. <https://www.malaysianow.com/my/news/2022/06/28/kemiskinan-air-di-malaysia-semakin-meruncing>
- Sevcan, C. H. (2022). Investigation of the effect of preservice science teachers' E→STEM activity development processes on environmental awareness levels. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 14(3), 1767–1785. <https://orcid.org/>
- Sevcan, C. H., & Helvaci, I. (2019). An interdisciplinary environmental education approach: Determining the effects of E-STEM activity on environmental awareness. *Universal Journal of Educational Research*, 7(2), 337–346. <https://doi.org/10.13189/ujer.2019.070205>
- Shan, V., Haritash, A. K., & Singh, S. K. (2020). Water Crisis in the Asian Countries: Status and Future Trends. In *Resilience, Response, and Risk in Water Systems*. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-4668-6>
- Sudrajat, U., Ardianto, D., & Permana, I. (2022). Engineering Design Process: A Review and Bibliometric Analysis. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 2(2), 180–192. <https://doi.org/10.53889/ijses.v2i2.55>
- Syarifah Rahmiza Muzana, Jumadi, Wilujeng, I., Yanto, B. E., & Abdul Aziz Mustamin. (2021). E-STEM project-based learning in teaching science to increase ICT literacy



Aula FIP Gedung D3 Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Malang

and problem solving. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(4), 1386–1394. <https://doi.org/10.11591/IJERE.V10I4.21942>

Syuhaida Ismail, & Nurfatim Wahida Puspa. (2023). Masyarakat perlu cakna kesan buruk sisa plastik marin. *Berita Harian*.

United Nations. (2022). *The Sustainable Development Goals Report 2022*.

Yeşilyurt, M., Balakoğlu, M. Ö., & Erol, M. (2020). The impact of Environmental Education Activities on Primary School Students' Environmental Awareness and Visual Expressions. *Qualitative Research in Education*, 9(2), 188–216. <https://doi.org/10.17583/qre.2020.5115>