



Tahap Pengintegrasian STEM dalam Meningkatkan Kesedaran Murid Terhadap Tenaga Boleh Diperbaharui

(The Level of STEM Integration in Raising Students' Awareness Toward Renewable Energy)

Zetty Zuryanty Binti Zawawi^{1*} , Ruhizan Mohd Yasin² 

¹Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), 43600 Bangi, Selangor, Malaysia.

Email: p111635@siswa.ukm.edu.my

²Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), 43600 Bangi, Selangor, Malaysia.

Email: ruhizan@ukm.edu.my

CORRESPONDING AUTHOR (*):

Zetty Zuryanty Binti Zawawi
(p111635@siswa.ukm.edu.my)

KATA KUNCI:

Pengintegrasian STEM
Murid sekolah menengah
Kesedaran
Tenaga boleh diperbaharui

KEYWORDS:

STEM integration
Secondary pupil
Awareness
Renewable energy

CITATION:

Zetty Zuryanty Zawawi & Ruhizan Mohd Yasin. (2023). Tahap Pengintegrasian STEM dalam Meningkatkan Kesedaran Murid Terhadap Tenaga Boleh Diperbaharui. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 8(6), e002386. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v8i6.2386>

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti sejauh mana tahap pengintegrasian pengetahuan, kemahiran, dan nilai STEM dilaksanakan dalam mata pelajaran Sains untuk meningkatkan kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui. Kajian tinjauan ini menggunakan soal selidik sebagai instrumen kajian. Responden kajian terdiri daripada 300 orang murid tingkatan empat di dua buah sekolah di daerah Serian, Sarawak. Data kajian ini dianalisis melalui program *The Statistical Packages for the Social Sciences* versi 26.0. Kaedah analisis deskriptif digunakan untuk menunjukkan min dan sisihan piawai. Hasil kajian mendapati tahap pengintegrasian pengetahuan, kemahiran dan nilai STEM untuk meningkatkan kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui adalah tinggi. Terdapat hubungan yang sederhana positif dan signifikan antara tahap pengintegrasian STEM dan tahap kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui. Implikasi kajian ialah bagi mengukuhkan kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui, maka tahap pengintegrasian STEM turut perlu dipertingkatkan untuk membentuk pendidikan tenaga yang lebih efektif dan bermakna kepada bakal pelapis bidang tenaga di Malaysia.

ABSTRACT

This study aims to identify the extent to which the level of integration of STEM knowledge, skills, and values are implemented in Science subjects to increase students' awareness of renewable energy. This survey study uses a questionnaire as a research instrument. The study respondents consisted of 300 Form Four students in two schools in the district of Serian, Sarawak. The data of this study was analyzed using Statistical Packages for the Social Sciences program version 26.0. Descriptive analysis methods were used to show the mean and standard deviation. The results of the study found that the level of

integration of STEM knowledge, skills and values to increase students' awareness of renewable energy is high. There is a moderately positive and significant relationship between the level of STEM integration and the level of student awareness of renewable energy. The implication of the study is that in order to strengthen students' awareness of renewable energy, the level of comprehensive STEM integration also needs to be improved to form a more effective and meaningful energy education for potential energy workers in Malaysia.

Sumbangan/Keaslian: Kajian ini menyumbang kepada literatur berkaitan pengintegrasian elemen-elemen STEM dalam pelaksanaan pengajaran dan pembelajaran berkaitan tenaga boleh diperbaharui.

1. Pengenalan

Malaysia merupakan negara berpotensi tinggi untuk menggunakan tenaga yang boleh diperbaharui seperti tenaga angin, hidroelektrik, ombak, sel minyak hidrogen dan solar (Basri et al., 2021). Tenaga-tenaga tersebut dapat digunakan secara meluas dalam pelbagai bidang misalnya perumahan, perindustrian dan pengangkutan. Sebagai tenaga alternatif, tenaga boleh diperbaharui mampu menjadi sumber tenaga yang lebih mampan dan bersih untuk kebaikan alam sekitar dan kehidupan manusia di samping mengurangkan penggunaan tenaga fosil dalam kehidupan seharian (Fang et al., 2021).

Seiring dengan perkembangan Industri 5.0, pembangunan teknologi semasa serta matlamat untuk meningkatkan tahap kelestarian alam sekitar, kerajaan Malaysia berhasrat untuk meningkatkan penggunaan sumber-sumber tenaga boleh diperbaharui. Selanjutnya, kerajaan Malaysia telah menggubal beberapa dasar yang menyokong perkembangan teknologi tenaga boleh diperbaharui seperti Dasar Tenaga Nasional, Polisi Teknologi Hijau Kebangsaan, Polisi dan Pelan Tindakan Tenaga Boleh Diperbaharui. Meskipun pelbagai inisiatif telah dilaksanakan oleh kerajaan, kajian Kardooni et al. (2016) di Semenanjung Malaysia menunjukkan bahawa hanya dua daripada lima orang menggunakan produk berasaskan tenaga boleh diperbaharui. Perkara ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti harga produk tenaga boleh diperbaharui yang mahal, program atau inisiatif yang tidak efektif serta kurang kesedaran orang awam mengenai dasar kerajaan (Kardooni et al., 2016). Sehubungan dengan itu, Nowotny et al. (2018) mencadangkan bahawa pendidikan yang memfokuskan kepada alam sekitar dan teknologi tenaga boleh diperbaharui perlu diperkenalkan dari peringkat awal agar dapat menjadi peneraju teknologi tersebut pada masa akan datang.

Pendidikan mengenai tenaga yang boleh diperbaharui pada peringkat sekolah di Malaysia bermula dari sekolah rendah. Meskipun begitu, kepekaan murid di Malaysia terhadap isu dan teknologi tenaga boleh diperbaharui masih kurang. Menurut Illias et al. (2020), tahap kesedaran murid mengenai tenaga boleh diperbaharui di Malaysia masih perlu dipertingkatkan. Antara faktor pendidikan terhadap tenaga yang kurang memberangsangkan adalah pemilihan kaedah pengajaran berasaskan penguasaan isi kandungan buku teks semata-mata, tidak mepedulikan kepelbagaian minat dan kecenderungan pelajar dan kandungan buku teks yang tidak sejajar dengan perkembangan terkini (Haron, 2005; Nordine et al. 2011). Oleh itu, pendekatan yang

lebih efektif harus dilaksanakan untuk memastikan murid bukan sahaja memahami tetapi menjadi proaktif dalam pendidikan tenaga alternatif. Justeru, strategi pembelajaran dan pengajaran perlu dikukuhkan agar dapat mengukuhkan kefahaman seterusnya meningkatkan kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui.

1.1. Pendidikan STEM

Menurut [Kementerian Pendidikan Malaysia \(2016\)](#), pendidikan STEM merupakan pendidikan yang mengintegrasikan pembelajaran sains, teknologi, matematik dan kejuruteraan secara formal dan informal melalui kurikulum dan kokurikulum. STEM merupakan akronim untuk 'Sains', 'Teknologi', 'Kejuruteraan' dan 'Matematik' dimana huraian bagi setiap akronim diterangkan dalam [Jadual 1](#).

Jadual 1 : Huraian akronim STEM

Elemen	Huraian
Sains	penyiasatan saintifik menimbulkan sifat ingin tahu murid terhadap kejadian semula jadi yang lazim berlaku dalam rutin kehidupan
Teknologi	suatu kaedah pembelajaran yang diaplikasikan melalui papan pemuka
Kejuruteraan	proses pembinaan dan kaedah menghasilkan produk.
Matematik	penggunaan formula matematik untuk menghuraikan dan mendalami konsep secara empirikal

Sumber: [Kementerian Pendidikan Malaysia \(2016\)](#)

Di sekolah menengah, subjek Sains, Fizik, Kimia, Biologi, Matematik, Asas Sains Komputer (ASK) dan Reka Bentuk dan Teknologi (RBT) tergolong sebagai subjek bidang STEM. STEM mengintegrasikan aspek pengetahuan, kemahiran dan nilai dalam mata pelajaran dengan mendalam dalam konteks dunia sebenar melalui pendidikan secara inkuiri, pembelajaran berasaskan masalah dan pembelajaran berdasarkan projek. Berdasarkan buku Panduan Pelaksanaan STEM dalam Pengajaran dan Pembelajaran, elemen pengetahuan mencakupi teori, idea, konsep, dan prinsip yang terdapat dalam semua mata pelajaran STEM. Elemen kemahiran pula merangkumi kemahiran proses dan kemahiran teknikal yang melibatkan skil menyelesaikan masalah dan skil psikomotor. Elemen nilai STEM merujuk kepada penerapan akhlak dan etika yang positif dalam kalangan murid.

Kajian [Basri et al. \(2021\)](#) menyatakan bahawa mata pelajaran STEM amat diperlukan untuk menghasilkan generasi yang mempunyai literasi tenaga terutamanya tenaga boleh diperbaharui di samping mengembangkan teknologi tenaga tersebut. Pengintegrasian STEM dalam pembelajaran memberi ruang kepada murid untuk bukan sahaja mengembangkan tahap pemikiran kritikal malah membina kemahiran baru serta mengukuhkan nilai-nilai positif dalam diri agar mampu berdaya saing dan meleraikan permasalahan kompleks pada masa akan datang. Melalui pendekatan STEM bersepadu, pengalaman pembelajaran pelajar di sekolah akan lebih mencerminkan cabaran yang mereka akan hadapi dalam dunia pekerjaan ([Nadelson & Seifert, 2017](#)). Menurut kajian [Jusup dan Sharif \(2021\)](#), terdapat keperluan pembangunan modul yang tinggi bagi topik pembelajaran Tenaga dan Elektrik agar literasi tenaga yang merangkumi aspek pengetahuan, sikap dan tingkah laku murid yang celik terhadap tenaga dapat ditingkatkan. Oleh itu, adalah amat penting untuk melaksanakan kajian terhadap bagaimana pengintegrasian STEM dapat membantu menarik minat dan mengukuhkan

kefahaman murid mengenai tenaga boleh diperbaharui serta potensi aplikasinya khususnya di Malaysia.

Namun begitu, masih kurang kajian di Malaysia terutamanya diperingkat sekolah rendah atau menengah mengenai pengintegrasian STEM semasa proses pembelajaran berkaitan tenaga boleh diperbaharui. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk meninjau tahap pengintegrasian STEM semasa proses pembelajaran khususnya dalam meningkatkan kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui. Persoalan kajian adalah seperti berikut:

- i. Apakah tahap pengintegrasian aspek pengetahuan STEM dalam meningkatkan kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui ?
- ii. Apakah tahap pengintegrasian aspek kemahiran STEM dalam meningkatkan kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui ?
- iii. Apakah tahap pengintegrasian aspek nilai STEM dalam meningkatkan kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui ?
- iv. Adakah terdapat hubungan antara tahap pengintegrasian STEM dan tahap kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui ?

2. Ulasan Kajian Lepas

2.1. Teori berkaitan Pengintegrasian STEM

Menurut [Leonard \(2002\)](#), Teori Kognisi Bersituasi menyatakan bahawa penyampaian ilmu pengetahuan hendaklah berbentuk tugas yang memerlukan murid untuk melibatkan diri dalam persekitaran yang autentik dalam rutin harian dan mengaplikasikan bahan pembelajaran atau ilmu pengetahuan. Dalam kajian ini, pengintegrasian STEM memberi ruang kepada murid untuk menghubungkan kait dan menggunakan pengetahuan dan kemahiran yang diperoleh dengan dunia yang sebenar. Pendekatan pengintegrasian STEM adalah selari dengan Teori Kognisi Bersituasi kerana menjadikan bidang-bidang STEM sebagai sumber pendidikan secara holistik untuk menerokai isu serta menyelesaikan masalah dalam dunia sebenar ([Beane, 1995](#); [Venville, Rennie, & Wallace, 2004](#)). Menerusi adaptasi teori ini berserta pengintegrasian STEM, murid menggunakan pengetahuan dan kemahiran yang diperoleh dalam konteks cabaran atau permasalahan harian sebenar ([Kelley & Knowles, 2016](#)).

Pelopop Teori *Constructionism*, [Papert \(1991\)](#) menekankan proses pembelajaran melalui pembinaan sesuatu pengalaman dan produk yang dapat dikongsi dan dibincangkan dengan orang lain. Menurut [Papert dan Harel \(1991\)](#), ketika murid berkongsi pendapat, kefahaman dan idea dengan rakan lain semasa hendak menghasilkan sesuatu produk, secara tidak langsung hal ini akan membantu membina ilmu pengetahuan dan kemahiran murid. Dalam pengintegrasian STEM, murid berpeluang untuk meneroka, bertukar pendapat, menyelesaikan masalah, mereka bentuk dan menghasilkan produk. Sehubungan dengan itu, murid berpeluang mengembangkan kemahiran proses dan kemahiran teknikal melalui interaksi antara murid dan guru untuk menyelesaikan sesuatu isu atau menghasilkan produk.

Teori *Connectivisme* merujuk kepada pelaksanaan pembelajaran melalui medium teknologi digital dalam jaringan rangkaian sosial serta jalinan interaksi pengguna ([Shriram & Warner, 2010](#); [Duke et al., 2013](#); [Smidt, Thornton, & Abhari, 2017](#)). Teori ini juga berpandangan bahawa murid memperoleh ilmu baru apabila murid dapat menghubungkan antara idea yang berasaskan pelbagai sumber dan teknologi ([Bell, 2009](#); [Duke et al., 2013](#)). Melalui adaptasi Teori Pembelajaran *Connectivism*,

pengintegrasian STEM merupakan suatu proses pembelajaran yang bersumberkan sains, matematik, kejuruteraan dan teknologi. Gabungan keempat-empat sumber tersebut disampaikan dalam bentuk pengetahuan, kemahiran dan nilai semasa PdP berkaitan tenaga boleh diperbaharui

2.2. Model berkaitan kesedaran

Dalam kajian ini, kesedaran murid dikaji dari segi kognitif dan afektif berdasarkan Model Tingkah Laku Pro-Alam Sekitar yang dipelopori oleh [Kollmuss dan Agyeman \(2002\)](#). [Kollmuss dan Agyeman \(2002\)](#) menyatakan bahawa kesedaran alam sekitar dipengaruhi oleh komponen kognitif dan afektif. Komponen kognitif merangkumi segala pengetahuan, pendapat dan pemikiran manusia yang mendorong manusia bertindak berasaskan pengetahuan yang terdapat dalam dirinya. Ilmu yang dipelajari dapat meningkatkan bukan sahaja tahap pengetahuan malah tahap kemahiran dan kesedaran murid terhadap alam sekitar. Komponen afektif pula berkaitan dengan perasaan terhadap alam sekitar yang terlibat dalam pembentukan kepercayaan, nilai dan sikap terhadap alam sekitar. Menerusi kajian ini, pengkaji ingin meninjau tahap pengintegrasian STEM dalam meningkatkan kesedaran murid mengenai tenaga boleh diperbaharui dari segi kognitif (mengetahui tentang sumber dan bentuk tenaga boleh diperbaharui) serta afektif (sikap dan amalan berkaitan tenaga boleh diperbaharui).

2.3. Kesedaran Murid Terhadap Tenaga Boleh Diperbaharui

Menurut [Kandpal dan Broman \(2014\)](#), terdapat empat objektif untuk pendidikan tenaga boleh diperbaharui iaitu memotivasikan murid ke arah penerokaan tenaga boleh diperbaharui, membangunkan dan meningkatkan kesedaran murid, serta menanam nilai dan sikap yang positif terhadap tenaga boleh diperbaharui. Melalui pendidikan tenaga boleh diperbaharui, murid mendapat pendedahan mengenai konsep asas dan aplikasi tenaga. Murid juga berupaya untuk menghubungkan peranan diri mereka sendiri sebagai ahli masyarakat terhadap isu-isu yang relevan terhadap bidang tersebut.

Walaupun pendidikan tenaga telah dimasukkan dalam kurikulum bermula dari tahun lima di sekolah rendah, kajian tinjauan kuantitatif yang dijalankan oleh [Lay et al.\(2013\)](#) berdasarkan '*Energy Literacy Questionnaire*' (ELQ) untuk menentukan tahap literasi tenaga dalam kalangan 276 pelajar Malaysia Tingkatan 2 serta kesan pengetahuan dan sikap terhadap tingkah laku berkenaan tenaga mendapati bahawa tahap literasi tenaga dalam kalangan sampel kajian agak rendah. Hal ini menunjukkan kelemahan kurikulum dalam menghubungkan isu berkaitan tenaga dengan pengalaman kehidupan seharian pelajar. Penulis mencadangkan bahawa kurikulum berkaitan dengan bidang tenaga perlu diperhalusi agar lebih bersifat kontekstual dalam membincangkan isu-isu tenaga dan pembangunan serta penggunaan sumber tenaga di Malaysia. Hasil dapatan kajian ini disokong oleh [Fang et al. \(2021\)](#) yang menyatakan bahawa penyelidikan mengenai tenaga hidrogen dan sel bahan api telah lama dijalankan oleh penyelidik di dalam dan luar negara Malaysia. Murid tingkatan empat juga mempelajari tentang elektrolisis iaitu proses penghasilan hidrogen yang paling asas daripada air ([Neo et al. 2016](#)). Namun begitu, hidrogen sebagai sumber tenaga belum dimasukkan dalam kurikulum sekolah Malaysia ([Fang et al., 2021](#)). Oleh itu, kandungan mengenai tenaga dalam kurikulum sekolah Malaysia perlu diperbaharui selaras dengan perkembangan semasa. Begitu juga dengan kajian [Middleton \(2018\)](#) dan [Ocetkiewicz et al. \(2017\)](#) yang mendapati bahawa faktor kurikulum pendidikan tenaga yang tidak mencukupi terutamanya untuk pendidikan tenaga alternatif membawa kepada kekurangan

kesedaran dalam kalangan murid sekolah dan seterusnya kekurangan tenaga kerja penyelidikan dan pembangunan dalam bidang tersebut.

Seterusnya, kajian deskriptif [Illias et al. \(2020\)](#) mengenai persepsi murid sekolah menengah di bandar Petaling Jaya terhadap tenaga boleh diperbaharui mendapati bahawa murid menengah tinggi mempunyai persepsi yang lebih tinggi terhadap pengetahuan asas, persekitaran, teknologi dan faktor pendidikan tenaga boleh diperbaharui berbanding murid menengah rendah. Selain itu, beliau juga mendapati bahawa faktor tahap tingkatan, jenis rumah yang didiami, sikap pemantauan bil elektrik rumah dan pendedahan kepada tenaga boleh diperbaharui memberi kesan yang signifikan dalam membina persepsi murid. Hasil kajian ini berguna untuk mengenal pasti silibus yang bersesuaian untuk meningkatkan persepsi murid terhadap tenaga boleh diperbaharui. Selain itu, hasil kajian tersebut juga boleh dimanfaatkan untuk menggubal polisi tenaga boleh diperbaharui di sekolah di samping meningkatkan tahap kesedaran dan tahap pengaplikasian tenaga bersih dalam kalangan masyarakat.

Di luar Malaysia, kajian kes yang dilaksanakan oleh [Tortop \(2012\)](#) terhadap 127 pelajar yang bersekolah di sekolah menengah yang berbeza di bandar Isparta, Turki. Hasil analisis menunjukkan bahawa tahap kesedaran pelajar sekolah menengah mengenai tenaga boleh diperbaharui adalah sangat rendah. Selain itu, mereka juga mempunyai banyak persepsi yang kurang tepat mengenai tenaga boleh diperbaharui serta kurang cenderung untuk menceburi kerjaya dalam bidang tenaga boleh diperbaharui. Penulis menitikberatkan bahawa hal ini boleh mempengaruhi tenaga kerja untuk mengembangkan bidang teknologi tenaga boleh diperbaharui khususnya di Turki.

Seiring dengan perkembangan dan pendedahan mengenai teknologi dalam bidang tenaga boleh diperbaharui di Turki, terdapat peningkatan kesedaran murid sekolah menengah melalui kajian [Çelikler dan Aksan \(2015\)](#) yang menjalankan soal selidik terhadap 445 murid di gred 7 dan lapan untuk mendapatkan pandangan murid sekolah menengah di Turki mengenai sumber tenaga boleh diperbaharui. Selain itu, tiga soalan terbuka telah ditanya kepada murid untuk menentukan tahap pengetahuan mereka mengenai sumber tenaga boleh diperbaharui dan stesen jana kuasa. Hasil kajian menunjukkan bahawa 55.7% murid mempelajari konsep tenaga boleh diperbaharui semasa mereka di sekolah menengah dan 24.5% di sekolah rendah. Di samping itu, pelajar secara amnya mengetahui tentang sumber tenaga boleh diperbaharui dan kepentingannya. Kebanyakan murid juga berpendapat bahawa tenaga elektrik daripada sumber tenaga boleh diperbaharui adalah murah dan boleh diisi semula sepenuhnya. Tambahan lagi, mereka percaya bahawa stesen jana kuasa yang menghasilkan elektrik daripada sumber tenaga ini secara amnya selamat dan tidak menyumbang kepada pemanasan global.

2.4. Pengintegrasian STEM dalam Pendidikan Tenaga boleh Diperbaharui

Kajian analisis keperluan oleh [Jusup dan Sharif \(2021\)](#) di daerah Kota Kinabalu menunjukkan bahawa terdapat keperluan yang tinggi untuk pembangunan modul literasi tenaga bagi murid sekolah rendah untuk meningkatkan kadar literasi tenaga yang meliputi sudut pengetahuan, sikap dan tingkah laku murid terhadap tenaga. Hasil respons temu bual bersama murid mendapati bahawa murid kurang minat untuk mempelajari topik Tenaga dan Elektrik kerana sesi pengajaran yang lebih bersifat konvensional dan berpusatkan guru. Murid juga menunjukkan minat dan keinginan yang kuat terhadap pembelajaran berintegrasikan STEM seperti eksperimen, projek

sains berkumpul dan menggunakan peralatan teknologi dan ICT dalam PdP. Namun begitu, pengintegrasian STEM kurang diterapkan disebabkan oleh kekurangan kemudahan bahan bantu dan teknologi pengajaran, tempoh masa pengajaran sains yang pendek, serta tiada panduan spesifik bagi para guru melaksanakan pengintegrasian STEM. Hal ini menunjukkan wujudnya keperluan pembangunan modul literasi tenaga STEM sebagai intervensi untuk mengatasi kekurangan terhadap amalan PdP topik Tenaga dan Elektrik.

Di luar Malaysia, [Fitriana \(2018\)](#) telah melaksanakan aktiviti pembelajaran menggunakan elemen-elemen STEM untuk membina media ringkas kincir air mini. Hasil kajian mendapati bahawa aktiviti tersebut membuatkan murid lebih menguasai topik tersebut serta bersemangat tinggi untuk mempelajari sumber tenaga yang boleh diperbaharui dan tidak boleh diperbaharui. Hal ini menggambarkan kepentingan pengintegrasian STEM untuk mewujudkan persekitaran pembelajaran yang relevan terhadap murid agar dapat mengaplikasikan konsep-konsep yang dipelajari secara praktikal dalam dunia sebenar.

[Mayasari et al. \(2019\)](#) mengkaji keberkesanan pendekatan pembelajaran berasaskan projek iaitu Projek Tenaga Suria untuk mempromosikan pengetahuan kandungan STEM pelajar. Projek ini dipilih memandangkan Indonesia terletak di garisan khatulistiwa yang mendapat cahaya matahari yang banyak serta mempopularkan tenaga alternatif di Indonesia sebagai usaha mencegah pemanasan global. Subjek kajian terdiri daripada 28 orang guru fizik pra perkhidmatan yang dibahagikan kepada tujuh kumpulan. Kajian ini menggunakan kaedah campuran di mana data kuantitatif dikumpulkan melalui ujian pra dan ujian pasca pengetahuan STEM untuk menentukan pencapaian pelajar dan keberkesanan pembelajaran. Data kualitatif pula didapati menerusi rakaman video, tugas, laporan dan temu bual. Hasil kajian menunjukkan pengetahuan kandungan sains mengalami peningkatan yang paling besar, diikuti kejuruteraan, teknologi dan yang terakhir adalah matematik. Kesimpulannya, projek tenaga solar berupaya membantu dalam meningkatkan penguasaan pelajar dalam pengetahuan STEM dan membentuk pembelajaran yang bermakna.

Dalam penyelidikan [Slavinec et al. \(2019\)](#), projek mereka bentuk dan penghasilan cerobong suria telah dilaksanakan untuk mengkaji kelebihan pendekatan antara disiplin (transdisiplin) untuk pengajaran Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik. Data empirikal menunjukkan bahawa murid mencapai tahap kognitif dan keputusan yang lebih memberangsangkan melalui pendekatan sedemikian berbanding dengan pendekatan tradisional untuk pembelajaran dan pengajaran. Kajian [Ponce et al. \(2019\)](#) menjalankan aktiviti pembelajaran menggunakan kit robotik LEGO bersama murid dari gred empat hingga enam di dalam sekolah rendah di Mexico City. Murid mempelajari topik matematik dan tenaga boleh diperbaharui menggunakan kit robotik tersebut. Selepas itu, setiap murid dikehendaki menjawab ujian yang merangkumi soalan mengenai topik yang diajar. Hasil keputusan penilaian menunjukkan bahawa penggunaan platform ini dapat meningkatkan pengetahuan murid tentang topik yang dipelajari.

Secara keseluruhannya, adalah penting untuk mendidik generasi masa kini mengenai aplikasi dan teknologi tenaga boleh diperbaharui untuk mengatasi isu yang berkaitan dengan tenaga tidak boleh diperbaharui dan perubahan iklim. Berdasarkan kajian-kajian lepas, pengintegrasian pengetahuan, kemahiran dan nilai STEM memainkan peranan besar dalam menghasilkan proses pembelajaran yang lebih bermakna dan mendalam

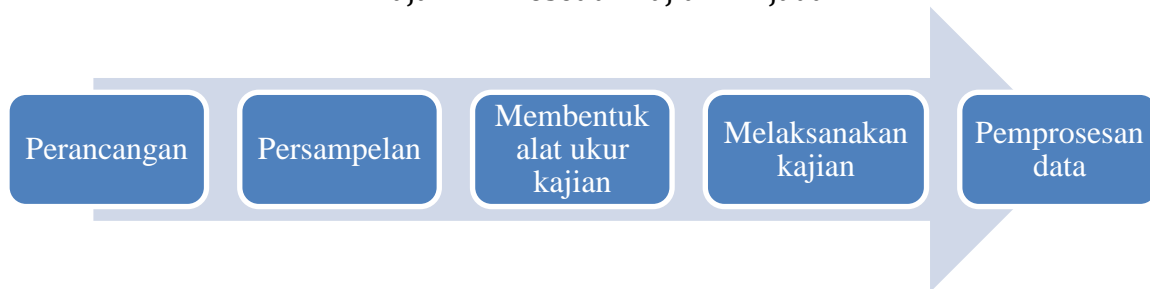
untuk murid seterusnya melahirkan generasi muda yang berkemampuan untuk mencari penyelesaian baru terhadap isu-isu tenaga boleh diperbaharui.

3. Metod Kajian

3.1. Reka Bentuk Kajian

Kajian ini berbentuk tinjauan untuk mengkaji tahap pengintegrasian STEM dalam meningkatkan kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui. Kajian tinjauan dilaksanakan melalui pengumpulan data dengan menanyakan sebuah set senarai soalan terhadap sekumpulan individu yang dipilih sebagai satu sampel yang mewakili populasi yang ingin dikaji (Marican, 2005). Prosedur kajian tinjauan dirumuskan dalam Rajah 1.

Rajah 1 : Prosedur Kajian Tinjauan



Sumber: Marican (2005)

3.2. Populasi dan Responden Kajian

Dalam kajian ini populasi terdiri daripada 516 orang murid tingkatan empat yang bersekolah di Sekolah Menengah Kebangsaan Serian dan Sekolah Menengah Kebangsaan Tarat di daerah Serian, Sarawak. Pelajar tingkatan empat dipilih kerana menurut Piaget (1952), remaja yang berumur 11 tahun ke atas mampu menaakul konsep abstrak, berfikir secara lebih rasional dan sistematik, serta memahami isu-isu sosial. Kajian ini dijalankan di SMK Serian dan SMK Tarat kerana kedua-duanya terletak di daerah Serian di mana pengkaji sedang bertugas. Berdasarkan kaedah pensampelan Krejcie dan Morgan (1970), bilangan sampel yang optimum bagi populasi seramai 516 orang adalah 285 orang. Namun begitu, pengkaji menetapkan seramai 300 orang responden sebagai sampel untuk menguatkan dapatan kajian. Teknik pensampelan rawak mudah dilaksanakan dan sampel untuk kajian ini merangkumi 300 orang murid tingkatan empat di SMK Serian dan SMK Tarat.

3.3. Instrumen Kajian

Instrumen yang diaplikasikan untuk mengumpul data kajian adalah soal selidik. Soalan soal selidik dibina sendiri oleh penyelidik berlandaskan elemen pengetahuan, kemahiran dan nilai STEM yang terkandung dalam Buku Panduan Pelaksanaan STEM dalam Pengajaran dan Pembelajaran. Pengkaji juga menghasilkan item melalui pengadaptasian soal selidik dari kajian Morgil et al. (2006) dan Irmak et al. (2014). Pemilihan soal selidik sebagai instrumen kajian adalah atas sebab-sebab berikut :

- i. Data yang diperoleh adalah tepat dan lengkap.
- ii. Setiap responden akan menjawab set soalan yang seragam.
- iii. Penggunaan soal selidik dapat menjimatkan masa, tenaga dan perbelanjaan pengkaji.

- iv. Penggunaan soal selidik adalah lebih menyenangkan bagi responden memberi maklumat berbanding temu bual dan pemerhatian.

Kajian rintis dilakukan terhadap 30 orang murid tingkatan empat untuk menguji sejauh mana kefahaman murid terhadap item-item soal selidik. Berdasarkan analisis data kajian rintis, nilai *alpha Cronbach* yang diperolehi adalah $\alpha=0.91$, iaitu melebihi minimum kebolehpercayaan 0.8. Ini bermakna bahawa item soal selidik mempunyai nilai kebolehpercayaan yang baik dan boleh digunakan.

Soal selidik yang digunakan dalam kajian ini terdiri daripada 5 bahagian iaitu Bahagian A, Bahagian B, Bahagian C, Bahagian D dan Bahagian E. Bahagian A merujuk kepada latar belakang responden yang mengandungi maklumat jantina dan aliran kelas. Bahagian B pula mengandungi 8 pernyataan berkaitan tahap pengintegrasian pengetahuan STEM dalam meningkatkan kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui. Seterusnya, Bahagian C merangkumi 12 pernyataan berkaitan tahap pengintegrasian kemahiran STEM dalam meningkatkan kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui. Bahagian D mengandungi 10 pernyataan berkaitan tahap pengintegrasian nilai STEM dalam meningkatkan kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui. Akhir sekali, Bahagian E mengandungi 12 pernyataan (item pertama hingga keenam merujuk kepada kesedaran kognitif manakala item ketujuh hingga dua belas merujuk kepada kesedaran afektif) berkaitan tahap kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui. Dalam Bahagian B, C, D dan E, kesemua item-item soal selidik adalah berdasarkan ukuran skala Likert lima tahap. Kedudukan skala terbahagi kepada 5 pilihan jawapan iaitu 1 = Sangat Tidak Setuju (STS), 2 = Tidak Setuju (TS), 3 = Kurang Setuju (KS), 4 = Setuju (S), 5 = Sangat Setuju (SS).

3.4. Tatacara Penganalisan Data

Dalam kajian tinjauan ini, pengkaji akan mengumpul kesemua data soal selidik dan menganalisisnya melalui perisian *Statistical Package for the Social Science* (SPSS) versi 26.0 untuk menjawab persoalan kajian. Penyelidik memilih kaedah statistik deskriptif dan statistik inferensi untuk menganalisis data.

Dalam kajian ini, kaedah statistik deskriptif akan digunakan untuk menganalisis data bahagian A, B, C, D dan E serta menjawab persoalan pertama, kedua dan ketiga kajian. Maklumat yang dikumpulkan daripada soal selidik akan dianalisis dalam bentuk min dan sisihan piawai. Skor purata min akan dikelaskan dan diinterpretasikan kepada tiga tahap seperti yang digambarkan dalam [Jadual 2](#).

Jadual 2 : Skor Purata Min

Nilai Skor Purata Min	Tahap
1.00 hingga 2.33	Rendah
2.34 hingga 3.66	Sederhana
3.67 hingga 5.00	Tinggi

Sumber: [Ahmad \(2002\)](#)

Pengkaji menggunakan ujian korelasi Spearman untuk menjawab persoalan keempat kajian ini iaitu menghuraikan kekuatan dan arah hubungan antara tahap pengintegrasian STEM dan kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui. Ujian bukan para metrik digunakan kerana bagi hubungan korelasi antara pemboleh ubah-pemboleh ubah berskala ordinal yang tidak mematuhi syarat taburan normal, penyelidik

disarankan untuk menggunakan ujian korelasi Spearman's rho (Chua, 2014). Aras kekuatan nilai pekali korelasi oleh Chua (2014) digunakan dalam kajian ini seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3.

Jadual 3 : Aras kekuatan nilai pekali korelasi

Saiz Pekali Korelasi (r)	Kekuatan Korelasi
-0.91 hingga -1.00 atau 0.91 hingga 1.00	Sangat kuat
-0.71 hingga -0.90 atau 0.71 hingga 0.90	Kuat
-0.51 hingga -0.70 atau 0.51 hingga 0.70	Sederhana
-0.31 hingga -0.50 atau 0.31 hingga 0.50	Lemah
-0.01 hingga -0.30 atau 0.01 hingga 0.30	Sangat lemah
0.00	Tiada korelasi

Sumber : Chua (2014)

4. Dapatan Kajian

4.1. Profil Responden Kajian

Kajian ini melibatkan 300 orang pelajar di dua buah sekolah menengah di daerah Serian, Sarawak. Jadual 4 menunjukkan bahawa seramai 160 orang (53.3%) responden adalah pelajar lelaki dan 146 orang (46.7%) responden adalah pelajar perempuan. Selain itu, 212 orang (70.7%) merupakan pelajar aliran Sastera, 58 orang (19.3%) adalah pelajar aliran Sains dan 30 orang (10.0%) adalah pelajar aliran Sains Komputer. Profil responden kajian telah dirumuskan dalam Jadual 4.

Jadual 4 : Profil responden kajian

Item Demografi	Responden Kajian	Jumlah	Peratusan (%)
Jantina	Lelaki	160	53.3
	Perempuan	146	46.7
Aliran	Sastera	212	70.7
	Sains	58	19.3
	Sains Komputer	30	10.0

4.2. Tahap Pengintegrasian STEM

Berdasarkan Jadual 5, secara keseluruhan tahap pengintegrasian aspek-aspek STEM semasa proses pembelajaran berkaitan topik tenaga boleh diperbaharui adalah tinggi dengan skor purata min 4.13 dan sisihan piawai 0.375.

Jadual 5 : Dapatan kajian bagi konstruk pengintegrasian pengetahuan, kemahiran dan nilai STEM

Konstruk	Min	Sisihan Piawai	Interpretasi
Pengintegrasian pengetahuan STEM	4.14	0.434	Tinggi
Pengintegrasian kemahiran STEM	4.03	0.422	Tinggi
Pengintegrasian nilai STEM	4.23	0.529	Tinggi
Skor Purata Min	4.13	0.375	Tinggi

Bagi keseluruhan konstruk tahap pengintegrasian pengetahuan STEM, tahap konstruk adalah tinggi dengan skor purata min 4.14 dan sisihan piawai 0.434. Dalam konstruk ini, item kedua yang berkaitan dengan mempelajari jenis-jenis tenaga boleh diperbaharui mempunyai min tertinggi iaitu 4.42 dan sisihan piawai 0.604. Item ketujuh yang merujuk kepada penggunaan pemahaman tentang lukisan isometrik (atau teknik lukisan berbentuk tiga dimensi) untuk mereka bentuk sesuatu model mempunyai min terendah iaitu 3.79 dan sisihan piawai 0.739. Interpretasi bagi item-item lain adalah tinggi.

Bagi keseluruhan konstruk tahap pengintegrasian kemahiran STEM, tahap konstruk adalah tinggi dengan skor purata min 4.03 dan sisihan piawai 0.422. Dalam konstruk ini, item ketiga yang merujuk kepada pembersihan dan penyimpanan peralatan makmal mempunyai min tertinggi iaitu 4.43 dan sisihan piawai 0.632. Item ketujuh yang merujuk kepada pelaksanaan eksperimen tentang tenaga boleh diperbaharui mempunyai min terendah iaitu 3.79 dan sisihan piawai 0.649. Interpretasi bagi item-item lain adalah tinggi.

Bagi keseluruhan konstruk tahap pengintegrasian nilai STEM semasa proses pembelajaran adalah tinggi dengan skor purata min 4.23 dan sisihan piawai 0.529. Dalam konstruk ini, item kesepuluh yang berkaitan dengan pematuhan peraturan keselamatan makmal sekolah mempunyai min tertinggi iaitu 4.51 dan sisihan piawai 0.609. Item kelima tentang "Saya bersikap objektif semasa membuat sesuatu tugas" mempunyai min terendah iaitu 4.00 dan sisihan piawai 0.696. Interpretasi bagi item-item lain adalah tinggi.

4.3. Tahap Kesedaran Murid Terhadap Tenaga boleh Diperbaharui

Berdasarkan [Jadual 6](#), tahap secara keseluruhan tahap kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui adalah tinggi dengan skor purata min 4.11. Nilai min bagi tahap kesedaran kognitif murid lebih tinggi berbanding tahap kesedaran afektif iaitu 4.27 berbanding 3.95. Dalam konstruk ini, item pertama tentang sumber tenaga boleh diperbaharui mempunyai min tertinggi iaitu 4.32 dan sisihan piawai 0.622. Item kedua belas yang berkaitan dengan minat murid untuk menggunakan tenaga boleh diperbaharui dalam kehidupan seharian mempunyai min terendah iaitu 3.76 dan sisihan piawai 0.732. Interpretasi bagi item-item lain adalah tinggi.

Jadual 6: Dapatan kajian bagi konstruk kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui

Konstruk	Min	Sisihan Piawai	Interpretasi
Kesedaran kognitif terhadap tenaga boleh diperbaharui	4.27	0.512	Tinggi
Kesedaran afektif terhadap tenaga boleh diperbaharui	3.95	0.463	Tinggi
Skor Purata Min	4.11	0.412	Tinggi

4.4. Hubungan antara Tahap Pengintegrasian STEM dan Tahap Kesedaran Murid Terhadap Tenaga boleh Diperbaharui

Berdasarkan [Jadual 7](#), kajian mendapati bahawa Ujian Pekali Kolerasi Spearman menunjukkan wujudnya hubungan positif sederhana yang signifikan antara tahap pengintegrasian STEM dan tahap kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui [$r(300) = 0.565$, $p < 0.01$]. Sehubungan dengan itu, Hipotesis Nol (H_0) berjaya ditolak dan

hal ini menunjukkan bahawa terdapat kemungkinan bahawa semakin tinggi tahap pengintegrasian aspek-aspek STEM, maka semakin tinggi tahap kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui.

Jadual 7 : Analisis Korelasi Spearman Hubungan antara Tahap Pengintegrasian STEM dan Tahap Kesedaran Murid Terhadap Tenaga boleh Diperbaharui

Hubungan	r	Sig P
Tahap Pengintegrasian STEM*Tahap Kesedaran Murid terhadap Tenaga Boleh Diperbaharui	0.565	0.000

**Korelasi adalah signifikan pada aras <0.01, N=300

5. Kesimpulan

Kajian ini adalah untuk meninjau tahap pengintegrasian STEM dalam meningkatkan kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui. Melalui kajian ini, kepentingan meningkatkan tahap pengintegrasian STEM semasa PdP untuk mengembangkan kesedaran murid terhadap isu-isu berkaitan tenaga boleh diperbaharui secara kognitif dan afektif dapat diperkukuhkan. Selaras dengan itu, kajian ini dapat membantu tenaga pendidik yang mengajar subjek STEM untuk merancang sesi PdP yang lebih berfokus dan efektif.

Berdasarkan dapatan kajian, tahap keseluruhan pengintegrasian STEM dalam kalangan murid tingkatan empat semasa proses pembelajaran dan pengajaran mata pelajaran Sains bagi topik berkaitan tenaga boleh diperbaharui adalah tinggi. Antara ketiga-tiga elemen STEM, nilai merupakan elemen yang mempunyai tahap integrasi tertinggi diikuti oleh pengetahuan dan akhir sekali kemahiran. Perkara ini menunjukkan bahawa murid membudayakan nilai dan etika yang positif dalam pembelajaran. Selain itu, tahap pengintegrasian pengetahuan STEM yang lebih tinggi dari kemahiran STEM mungkin terjadi kerana sesi pembelajaran lebih berkisarkan kepada pemahaman konsep atau fakta tenaga boleh diperbaharui.

Melalui penelitian skor-skor min item bagi konstruk pengetahuan STEM dengan lebih mendalam, didapati bahawa murid kurang mendapat pendedahan tentang bidang matematik dan kejuruteraan yang berkaitan dengan tenaga boleh diperbaharui berbanding bidang sains dan teknologi. Perkara ini mungkin terjadi kerana kurang penekanan terhadap operasi matematik dan penghasilan reka bentuk semasa sesi pengajaran berlangsung. Kewujudan jurang dalam penyampaian kandungan matematik dan kejuruteraan dalam topik tenaga boleh diperbaharui mencerminkan kelemahan kurikulum seperti yang telah dinyatakan dalam kajian [Lay et al. \(2013\)](#), [Ocetkiewicz et al. \(2017\)](#), [Middleton \(2018\)](#) dan [Fang et al. \(2021\)](#). Selain itu, faktor gaya pengajaran serta kurang pendedahan atau panduan khas pelaksanaan pengintegrasian STEM dalam kalangan guru juga boleh menyumbang kepada jurang tersebut ([Haron, 2005](#); [Nordine et al., 2011](#); [Jusup & Sharif, 2021](#)).

Dalam konstruk tahap pengintegrasian kemahiran STEM, skor min bagi pelaksanaan eksperimen dan penggunaan teknologi untuk menganalisis data berkaitan tenaga boleh diperbaharui adalah paling rendah berbanding min yang lain. Dapatan ini selaras dengan dapatan kajian [Jusup dan Sharif \(2021\)](#) yang turut mendapati bahawa murid kurang mendapat pengalaman pengintegrasian STEM dari segi aktiviti eksperimen dan penggunaan teknologi dan ICT dalam PdP akibat kekangan masa dan kekangan

kemudahan bahan pengajaran. Kajian [Shernoff et al. \(2017\)](#) juga menekankan bahawa kekurangan bahan atau sumber pengajaran yang sesuai berkaitan integrasi STEM adalah salah satu cabaran utama dalam pengajaran mata pelajaran STEM.

Tahap keseluruhan kesedaran responden terhadap tenaga boleh diperbaharui juga adalah tinggi. Walau bagaimanapun, aspek kesedaran kognitif iaitu pengetahuan murid (item pertama hingga item keenam) mencapai min yang lebih tinggi berbanding aspek kesedaran afektif iaitu sikap dan tingkah laku murid (item ketujuh hingga item kedua belas). Hal ini menunjukkan bahawa para responden mempunyai tahap pengetahuan yang lebih tinggi berbanding tahap tingkah laku terhadap tenaga boleh diperbaharui. Hal ini adalah selaras dengan Model Tingkah Laku Pro-Alam Sekitar ([Kollmuss & Agyeman, 2002](#)) di mana tahap kesedaran kognitif murid yang tinggi saling berkait dengan tahap pengetahuan murid mengenai tenaga boleh diperbaharui. Tahap kesedaran afektif murid yang lebih rendah mungkin disebabkan oleh pengintegrasian STEM secara menyeluruh. Berdasarkan analisis dapatan kajian Bahagian B,C dan D, pelaksanaan pengintegrasian STEM mempunyai ruang untuk penambahbaikan terutamanya dalam aspek matematik dan kejuruteraan agar ia lebih seimbang dan holistik. Hal ini disokong oleh Teori Kognisi Bersituasi ([Leonard, 2002](#)), Teori *Constructionism* ([Papert, 1991](#)), dan Teori *Connectivisme* dimana pengetahuan dan kebolehan murid mengaplikasikan dan menerajui bidang tenaga boleh diperbaharui dapat disebarkan melalui pengalaman pembelajaran STEM berintegrasi yang menyeluruh. Sehubungan dengan itu, aspek kesedaran afektif terhadap tenaga dalam kalangan murid perlu diperkembangkan agar dapat melahirkan murid yang bukan sahaja berilmu pengetahuan malah prihatin dan berupaya menyelesaikan isu dan cabaran dalam bidang tenaga boleh diperbaharui.

Ujian korelasi Spearman menunjukkan bahawa wujudnya hubungan sederhana positif yang signifikan antara tahap pengintegrasian STEM dan tahap kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui. Dapatan ini disokong dengan kajian [Fitriana \(2018\)](#) di mana gabungan sains, matematik, teknologi dan kejuruteraan dapat meningkatkan pemahaman murid mengenai topik tenaga. Dapatan ini juga adalah selaras dengan kajian [Ponce et al. \(2019\)](#), [Mayasari et al. \(2019\)](#), [Slavinec et al. \(2019\)](#) dan [Basri et al. \(2021\)](#) bahawa penyepaduan elemen STEM mampu membuatkan murid lebih menguasai topik tenaga boleh diperbaharui. Oleh itu, bagi mengukuhkan kesedaran murid terhadap tenaga boleh diperbaharui, maka tahap pengintegrasian STEM turut perlu dipertingkatkan.

Terdapat beberapa limitasi dalam kajian ini iaitu kajian ini hanya dilaksanakan terhadap pelajar tingkatan empat dari dua buah sekolah menengah di daerah Serian, Sarawak. Kedua, kajian ini memfokuskan kepada pengintegrasian STEM semasa PdP mata pelajaran Sains sahaja. Oleh itu, pengkaji mencadangkan agar kajian lanjutan mengenai tahap pengintegrasian STEM dilaksanakan terhadap mata pelajaran, tingkatan, sekolah atau kawasan yang berbeza supaya kita dapat membuat perbandingan yang lebih luas dan menyeluruh. Dengan adanya gambaran yang lebih komprehensif, strategi pengintegrasian STEM dalam PdP berkaitan tenaga dapat diperhalusi dan ditambahbaik sesuai dengan keperluan para murid dan keadaan semasa.

Secara keseluruhannya, tahap pengintegrasian pengetahuan, kemahiran dan nilai STEM semasa PdP sains tingkatan empat berkaitan topik tenaga boleh diperbaharui di SMK Serian dan SMK Tarat adalah tinggi. Para murid terlibat secara aktif dalam menyelesaikan isu atau masalah berkaitan tenaga boleh diperbaharui menggunakan

teknologi dan bahan-bahan yang terdapat sekitar mereka. Walaupun masih terdapat sebahagian murid yang kurang mendapat pendedahan mengenai isu tenaga, namun perkara ini boleh ditangani melalui pelbagai pendekatan untuk membimbing para murid agar menjadi golongan yang celik dan berdaya saing dalam bidang tenaga boleh diperbaharui. Oleh itu, semua pihak dari peringkat pengurusan tertinggi kementerian pendidikan hingga golongan pendidik perlu berganding bahu serta memanfaatkan media atau teknologi pengajaran yang ada untuk menyampaikan pendidikan tenaga secara efektif kepada bakal pelapis bidang tenaga di Malaysia.

Kelulusan Etika dan Persetujuan untuk Menyertai Kajian (*Ethics Approval and Consent to Participate*)

Para penyelidik menggunakan garis panduan etika penyelidikan yang disediakan oleh Jawatankuasa Etika Penyelidikan Universiti Kebangsaan Malaysia (RECUKM). Semua prosedur yang dilakukan dalam kajian ini yang melibatkan subjek manusia telah dijalankan mengikut piawaian etika jawatankuasa penyelidikan institusi. Kebenaran dan persetujuan mengikuti kajian turut diperoleh daripada semua peserta kajian.

Penghargaan (*Acknowledgement*)

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada pensyarah penyelia, Ruhizan Mohd Yassin dan pusat pengajian saya iaitu Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia atas tunjuk ajar dan nasihat yang diberikan. Akhir sekali, ribuan terima kasih diucapkan kepada para responden atas kerjasama menjawab instrumen kajian serta menjayakan kajian ini.

Kewangan (*Funding*)

Kajian dan penerbitan ini tidak menerima sebarang tajaan atau bantuan kewangan.

Konflik Kepentingan (*Conflict of Interest*)

Penulis melaporkan tiada sebarang konflik kepentingan berkenaan penyelidikan, pengarang atau penerbitan kajian ini.

Rujukan

- Ahmad, J. (2002). *Pemupukan budaya penyelidikan di kalangan guru di sekolah: Satu penilaian*. The National University of Malaysia.
- Basri, S., Zakaria, S. U., & Kamarudina, S. K. (2021). Review on Alternative Energy Education in Malaysia. *J. Kejuruteraan*, 33, 461-472. [https://doi.org/10.17576/jkukm-2021-33\(3\)-08](https://doi.org/10.17576/jkukm-2021-33(3)-08)
- Beane, J. A. (1995). Curriculum Integration and The Disciplines of Knowledge. *The Phi Delta Kappan*, 76(8), 616-622.
- Bell, F. (2009). Connectivism: A network theory for teaching and learning in a connected world. *Education Developments : The Magazine of the Staff and Educational Development Association*, 10(3), 1-7.

- Çelikler, D., & Aksan, Z. (2015). The opinions of secondary school students in Turkey regarding renewable energy. *Renewable Energy*, 75, 649-653. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.10.036>
- Chua, Y. P. (2014). *Kaedah dan Statistik Penyelidikan (Edisi Ketiga)*. McGraw-Hill Education (M) Sdn. Bhd.
- Duke, B., Harper, G., & Johnston, M. (2013). Connectivism as a digital age learning theory. *The International HETL Review*, 4-13.
- Fang, T. P., Daud, W. R. W., Halim, L., & Masdar, M. S. (2021). How Ready is Renewable Energy? A Review Paper on Educational Materials and Reports Available for the Teaching of Hydrogen Fuel Cells in Schools. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 6(2), 01-11. <https://dx.doi.org/10.25046/aj060201>
- Fitriana, N. (2018). STEM Education And Mini Water Heater On Project Based Learning For Renewable Energy, Sdgs To Improve Awareness Plastic Waste. *International Symposium on Open, Distance, and E-Learning*, 1(1), 256-269. <https://doi.org/10.32550/pi.v1i1.39>
- Haron, S. A., Paim, L., & Yahaya, N. (2005). Towards sustainable consumption: an examination of environmental knowledge among Malaysians. *International Journal of Consumer Studies*, 29(5), 426-436. <https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2005.00460.x>
- Illias, H. A., Ishak, N. S., & Alam, N. A. M. N. (2020). Awareness of Secondary School Students in Petaling Jaya Malaysia Towards Renewable Energy. *International Journal of Renewable Energy Research (IJRER)*, 10(4), 1645-1654.
- Irmak, E., Ayaz, M. S., Gok, S. G., & Sahin, A. B. (2014). A survey on public awareness towards renewable energy in Turkey. *2014 International Conference on Renewable Energy Research and Application (ICRERA)*, (pp. 932-937). IEEE. 10.1109/ICRERA.2014.7016523
- Jusup, Y., & Sharif, S. (2021). Kajian Analisis Keperluan: Pembangunan Modul Pembelajaran Literasi Tenaga Pengintegrasian STEM Sekolah Rendah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 6(8), 325 - 338. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v6i8.934>
- Kandpal, T. C. & Broman, L. (2014). Renewable energy education: A global status review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 300-324. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.02.039>
- Kardooni, R., Yusoff, S. B., & Kari, F. B. (2016). Renewable energy technology acceptance in Peninsular Malaysia. *Energy policy*, 88, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.10.005>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *Journal of STEM Education*, 3(11), 1-11. doi:10.1186/s40594-016-0046-z
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2016). *Panduan Pelaksanaan STEM dalam Pengajaran dan Pembelajaran*. Bahagian Pembangunan Kurikulum.
- Kollmuss, A. & Agyeman, J. (2002). Mind The Gap: Why Do People Act Environmentally and What Are The Barriers To Pro-Environmental Behaviour? *Environmental Education Research*, 8(3), 239-260. <https://doi.org/10.1080/13504620220145401>
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610.
- Lay, Y. F., Khoo, C. H., Treagust, D., & Chandrasegaran, A. (2013). Assessing secondary school students' understanding of the relevance of energy in their daily lives. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8(1), 199-215.
- Leonard, D. C. (2002). *Learning theories, A to Z (First Edition)*. Greenwood Publishing Group.

- Marican, S. (2005). *Kaedah Penyelidikan Sains Sosial*. Prentice Hall, Pearson Malaysia.
- Mayasari, T., Susilowati, E., & Winarno, N. (2019). Practicing integrated STEM in renewable energy projects: solar power. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(5), p. 052033. IOP Publishing.
- Middleton, P. (2018). Sustainable living education: Techniques to help advance the renewable energy transformation. *Solar Energy*, 174, 1016–1018. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.08.009>
- Morgil, I., Secken, N., Yucel, A. S., Oskay, O. O., Yavuz, S., & Evrim, U. R. A. L. (2006). Developing a renewable energy awareness scale for pre-service chemistry teachers. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 7(1), 63-74.
- Nadelson, L. S., & Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223. <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1289775>
- Neo, L.S., Ching, L.Y., Hong, E.N. & Eng, L. (2016). *Buku Teks Kimia Tingkatan 4*. Abadi Ilmu.
- Nordine, J., Krajcik, J. & Fortus, D. (2011). Transforming energy instruction in middle school to support integrated understanding and future learning. *Science Education*, 95(4), 670–699. <https://doi.org/10.1002/sce.20423>
- Nowotny, J., Dodson, J., Fiechter, S., Gür, T. M., Kennedy, B., Macyk, W., & Rahman, K. A. (2018). Towards global sustainability: Education on environmentally clean energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 2541-2551. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.060>
- Ocetkiewicz, I., Tomaszewska, B. & Mróz, A. (2017). Renewable energy in education for sustainable development. The Polish experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 92-97. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.144>
- Papert, S. (1991). *Situating Construction*. In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism*. Ablex Publishing.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating Constructionism. *Constructionism*, 36(2), 1–11.
- Piaget, J. (1952). *The origins of Intelligence in Children*. International Universities Press.
- Ponce, P., Molina, A., Mata, O., & Baltazar, G. (2019). LEGO EV3 Platform for STEM Education in Elementary School. *Proceedings of the 2019 8th International Conference on Educational and Information Technology*, 177-184. <https://doi.org/10.1145/3318396.3318426>
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4, 1-16. <https://doi.org/10.1145/3318396.3318426>
- Shriram, R., & Warner, S. C. (2010). Connectivism and the impact of Web 2.0 technologies on education. *Asian Journal of Distance Education*, 8(2), 4–17.
- Slavinec, M., Aberšek, B., Gacevic, D., & Flogie, A. (2019). Monodisciplinarity in Science versus Transdisciplinarity in STEM Education. *Journal of Baltic Science Education*, 18(3), 435-449. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.435>
- Smidt, H., Thornton, M., & Abhari, K. (2017). The Future of Social Learning: A Novel Approach to Connectivism. *Proceeding of the 50th Hawaii Conference on System Sciences*, 2116–2125.
- Tortop, H. S. (2012). Awareness and Misconceptions of High School Students about Renewable Energy Resources and Applications: Turkey Case. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(3), 1829-1840.
- Venville, G., Rennie, L., & Wallace, J. (2004). Decision Making and Sources of Knowledge: How Students Tackle Integrated Tasks in Science, Technology and Mathematics.

Research in Science Education, 34, 115–135.
<https://doi.org/10.1023/B:RISE.0000033762.75329.9b>