

Kesan Pendekatan Pembelajaran STEM Secara Teradun Dalam Bilik Darjah Sains

Noor Baizura Bahrum¹, Mohd Ali Samsudin^{2*}

^{1,2}Universiti Sains Malaysia

*alisamsudin@usm.my

Received: 30 April 2021

Received in revised form: 26 May 2021

Accepted: 2 June 2021

Published: 1 July 2021

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji kesan pendekatan pembelajaran STEM secara teradun terhadap pencapaian dalam topik Daya dan Gerakan dalam kalangan murid Tingkatan Dua khususnya murid berkebolehan rendah. Reka bentuk kajian pra-eksperimen berbentuk ujian pra dan ujian pasca digunakan dalam kajian ini. Sampel kajian adalah seramai 31 orang murid Tingkatan Dua di salah sebuah sekolah yang berada di Seberang Perai Selatan, Pulau Pinang. Instrumen Ujian Daya dan Gerakan digunakan untuk mengukur pencapaian murid dalam topik Daya dan Gerakan. Hipotesis kajian diuji secara statistik inferensi dengan menggunakan Ujian T Sampel Berpasangan. Hasil kajian mendapati pendekatan pembelajaran STEM secara teradun adalah berkesan terhadap pencapaian murid berkebolehan rendah iaitu $t = -28.38$ yang mana nilai ini adalah signifikan pada selang keyakinan 0.05. Dapatan kajian menunjukkan bahawa menerusi pendekatan pembelajaran STEM secara teradun mampu meningkatkan pencapaian murid dalam topik Daya dan Gerakan.

Kata kunci

Pembelajaran Teradun, Pendidikan STEM, Kebolehan Rendah

ABSTRACT

This research aims to investigate the effect of STEM blended learning approach on the achievement of Force and Motion topic amongst form two pupils specifically on low achievers. In this research, pre-experimental research design with pre-test and post-test was implemented. The research sample consisted 31 Form Two pupils in one of the schools in Seberang Perai Selatan, Pulau Pinang. Force and Motion Test was utilized to measure the pupil's achievement in Force and Motion topic. The hypothesis were tested based on inferential statistics using Paired Sample T Test. Research findings showed that the STEM blended learning approach was effective on the achievement of low achievers at $t = -28.38$ where this value was significant at the confidence interval of 0.05. Research finding showed that the use of STEM blended learning approach was able to increase achievement amongst pupils in the Force and Motion topic.

Keywords:

Blended Learning, STEM Education, Low Performance

Pengenalan

Penggunaan teknologi dalam pengajaran dan pembelajaran memberikan peranan yang besar dalam bidang pendidikan iaitu sebagai alat kepada guru menyampaikan pengajaran. Hal ini kerana dengan mengaplikasikan teknologi dalam pendidikan dapat menyampaikan isi kandungan yang lebih berkesan dalam menyampaikan konsep yang abstrak kepada murid terutamanya dalam subjek sains. Kini, teknologi maklumat memberikan manfaat yang lebih besar kepada murid untuk meneroka, memilih, menentukan maklumat kandungan pelajaran seterusnya menggunakan maklumat yang diperolehi bagi mempamerkan kemahiran mengaplikasi, menilai dan mencipta. Subjek sains di Malaysia kini mengalami suatu transformasi iaitu dengan menekankan pendidikan *Science, Technology, Engineering* dan *Mathematics* (STEM) bagi menyediakan generasi z untuk mengharungi cabaran abad dua puluh satu. Bagi mengharungi cabaran abad dua puluh satu juga, pendekatan proses pengajaran dan pembelajaran juga perlu berubah daripada pengajaran konvensional kepada menggabungkan kaedah pembelajaran secara bersemuka dan secara dalam talian. Melalui penggunaan teknologi, pendekatan pembelajaran teradun menawarkan pembelajaran

yang lebih bermakna (Gecer & Dag, 2012) kerana corak pembelajarannya adalah berpusatkan murid, menawarkan pembelajaran sendiri dan fleksibel (Garrison & Kanuka, 2004). Proses pembelajaran teradun yang dibimbing oleh guru secara bersemuka dan disokong oleh teknologi (Bersin, 2006) memberikan suatu momentum baharu kepada murid pada zaman kini seiring dengan teknologi digital. Hal ini adalah selari dengan hasrat Falsafah Pendidikan Sains Kebangsaan iaitu supaya setiap individu dapat menguasai ilmu sains melalui pemupukan budaya sains serta mempunyai ketrampilan teknologi (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2016).

Sehubungan dengan itu, persekitaran pembelajaran kini memerlukan sokongan teknologi komunikasi (Johnson, Smith, Levine, & Haywood, 2010) serta corak pembelajaran persekitaran yang mengintegrasikan elemen STEM. Aktiviti pembelajaran berasaskan projek dan pembinaan produk menawarkan semua elemen STEM terutamanya pemupukan budaya sains dalam kalangan murid. Antara lainnya, pembelajaran dalam talian dan penggunaan aplikasi perisian sangat penting untuk meningkatkan keberkesanan pengajaran konsep sains yang secara hakikatnya diajar secara terasing dengan teknologi dan kejuruteraan (Hoachlander & Yanofsky, 2011). Proses pembelajaran perlulah lebih realistik dan autentik kerana pembelajaran berasaskan STEM lebih berfokus kepada masalah harian sebenar. Malah, gabungan pembelajaran secara bersemuka dan pembelajaran dalam talian perlu ditawarkan supaya menepati kehendak murid dan berkesan terhadap pembelajaran murid. Justeru pembelajaran STEM secara teradun dapat membentuk pembelajaran aktif dan tidak bertumpu hanya kepada pembelajaran berpusatkan guru.

Pernyataan Masalah

Menurut Masrura (2015) kaedah *spoon feeding* yang diterapkan di dalam bilik darjah mengakibatkan murid bersikap tidak berdikari, memiliki motivasi yang rendah, memerlukan perhatian berlebihan dalam pelajaran dan memiliki inkuiri yang rendah dalam menerima pelajaran baharu. Murid berkebolehan rendah memiliki kawalan pembelajaran sendiri yang lemah (Azlina, 2007; Dixon et al., 2006 ; Jdaitawi, 2015 & Kalaiselvi, 2016), kerana dari segi pemilihan, memerhati dan menggunakan strategi pembelajaran, murid berkebolehan rendah tidak tahu cara untuk belajar, lupa menggunakan strategi pembelajaran atau pun mempunyai kesukaran dalam menggunakan strategi pembelajaran dalam situasi atau pun topik yang berbeza. Berkemungkinan juga murid menggunakan strategi belajar yang sama, tidak berkesan, mengulangi strategi yang salah atau pun kurang pengetahuan dalam memilih strategi belajar yang bersesuaian. Perkara ini menyebabkan murid bergelut dalam bilik darjah konvensional. Oleh yang demikian, demi mengatasi masalah pembelajaran murid berkebolehan rendah, Wu dan Tsai (2005) mencadangkan agar pelaksanaan aktiviti konstruktivis perlu dilaksanakan supaya dapat memberikan manfaat pembelajaran yang berkesan dalam pembelajaran sains. Tambahan pula, kebergantungan murid berkebolehan rendah terhadap guru adalah tinggi (Zanna, 1996), justeru guru perlu memberi 'bimbingan' yang sewajarnya. Ini kerana menurut Vanauker-Ergle (2003), kebergantungan murid yang tinggi terhadap guru merupakan sikap semula jadi dalam kalangan murid berkebolehan rendah.

Tahap pencapaian yang pelbagai dalam kalangan murid dalam bilik darjah wujud berdasarkan kebolehan murid yang berbeza. Menurut Han, Capraro dan Capraro (2014), murid berkebolehan rendah menunjukkan potensi yang sangat rendah dari sudut memproses maklumat, pengekalan dan mengingat maklumat, menyusun maklumat secara sistematik, membuat pengkelasan, pengurusan masa, dan pengaplikasian strategi pembelajaran. Hal ini menyumbang kepada kurang keinginan untuk belajar, kurang kawalan sendiri, lemah dalam pengurusan, memiliki sikap tidak bersiap sedia (Han et al., 2014) justeru tidak memiliki jangkauan terhadap pencapaian akademik (Dixon, Craven, & Martin, 2006). Ciri-ciri yang ditunjukkan juga tidak membantu dalam pengekalan memori jangka panjang murid terhadap pembelajaran murid. Menurut Chianson, Kurumeh dan Obida (2010), murid berkebolehan rendah lemah dalam mengingat.

Tambahan pula, pendekatan konvensional berbentuk syarahan di bilik darjah tidak memberikan pembelajaran bermakna kerana murid berkebolehan rendah lebih dominan kepada kecerdasan kinestetik (Yusoff et al., 2017). Ini bermakna, murid berkebolehan rendah belajar dengan lebih baik menerusi motor kasar dan motor halus iaitu menggunakan anggota badan dan menggunakan objek fizikal di persekitarannya. Oleh itu, pembelajaran menerusi kecerdasan linguistik dalam pendekatan konvensional tidak serasi dengan murid berkebolehan rendah dan menyebabkan murid berkebolehan rendah tidak dapat memberi tumpuan dan menyebabkan kurang minat untuk belajar.

Menurut Dzulrifli dan Alias (2012), Rachel, Nnamdi dan Thomas (2016) dan Yaki, Mohd Saat, Sathasivam dan Zulnaidi (2019), murid berkebolehan rendah menunjukkan pencapaian akademik yang rendah kerana mendapati tidak mudah untuk menguasai dan mengekalkan maklumat yang telah dipelajari. Pencapaian murid yang rendah adalah berpunca daripada tahap pemahaman yang rendah dalam konsep sains (Han et al., 2014) sekali gus membuktikan murid berkebolehan rendah tidak mampu mengekalkan pengetahuan dengan lebih lama (Vanauker-Ergle, 2003). Murid lemah dalam menghuraikan fenomena yang berlaku dalam kehidupan seharian mengikut konsep Sains (Demirci, 2005) terutamanya Daya, Tuas dan Tekanan yang terkandung dalam topik Daya dan Gerakan (Suppattayaporn et al., 2010). Tambahan pula, menurut Chew, Noraini, Leong dan Mohd Fadzil (2013), pencapaian sains yang tidak memuaskan dalam penilaian antarabangsa seperti *Program for International Student Assessment* (PISA) dan *The International Mathematics and Science Study* (TIMSS) menjadi cabaran buat negara.

Sorotan Kajian

Pembelajaran Teradun

Menurut Collis dan Moonen (2001), pendekatan pembelajaran teradun berlaku dalam kedua-dua keadaan iaitu di dalam bilik darjah dan secara dalam talian. Gabungan kedua-dua mod pembelajaran secara bersejajar dan menerapkan penggunaan teknologi menjadikan pembelajaran yang lebih bermakna (Gecer & Dag, 2012). Kelebihan yang ada pada pembelajaran teradun adalah berpusatkan murid, memupuk pembelajaran sendiri dan bersifat fleksibel (Kanuka & Rourke, 2013).

Kajian pembelajaran teradun dijalankan oleh Hinkhouse (2013) terhadap subjek sains mendapati bahawa pembelajaran teradun memberikan kesan yang positif dan meningkatkan pencapaian akademik kepada murid sekolah apabila mengadaptasi konsep pembelajaran teradun bagi menyokong pembelajaran di dalam bilik darjah. Hasil daripada data temu bual didapati, murid sentiasa berasa terlibat dengan pembelajaran sains yang telah dirancang berbanding dengan melaksanakan pembelajaran di bilik darjah.

Akgunduz dan Akinoglu (2016) pula menjalankan kajian dengan mengadaptasi pembelajaran teradun dalam kalangan murid sekolah dengan menggunakan media sosial dalam subjek sains. Keputusan kajian mendapati sikap dan kemahiran pembelajaran sendiri meningkat apabila menggunakan media sosial sebagai sokongan dalam pembelajaran teradun. Pembelajaran teradun dengan sokongan media sosial menjadikan murid sentiasa terhubung dalam suatu sistem supaya dapat berkomunikasi, melakukan interaksi sosial dan berkongsi maklumat. Hal ini mewujudkan sikap lebih bertanggungjawab dan pemilikan yang tinggi terhadap tugas yang telah diarahkan (Chung & Davies, 1995).

Pendidikan STEM

Pendidikan STEM merupakan suatu bentuk pendekatan pengajaran kandungan STEM terhadap dua atau lebih domain STEM yang terikat dalam amalan STEM dalam konteks yang autentik yang bertujuan untuk menghubungkan keempat-empat mata pelajaran untuk meningkatkan pembelajaran murid (Kelley & Knowles, 2016). Di Malaysia, pendidikan STEM dilihat sebagai suatu bidang pembelajaran, pakej mata pelajaran dan pendekatan pengajaran dan pembelajaran (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2016). Dalam konteks di bilik darjah pula, pendidikan STEM merangsang murid untuk bersoal jawab, meneroka persekitaran melalui inkuiri dan menyelesaikan masalah. Pendekatan STEM juga melibatkan proses pembelajaran yang melibatkan aplikasi pengetahuan, kemahiran dan nilai STEM.

Penyelidikan STEM banyak dijalankan dalam kajian-kajian terdahulu seperti pendekatan berasaskan projek (Norazla, Zaleha, Zaidatun dan Haruzuan, 2016), pembelajaran berasaskan reka bentuk (Apedoc, Reynolds, Ellefson, & Schunn, 2008) yang mana menawarkan murid-murid menangani isu dunia sebenar dan memberikan peluang yang pembelajaran yang bermakna seperti melibatkan diri, menyelidik, reka bentuk dan mencipta penyelesaian.

Tambahan pula, pembelajaran berasaskan projek oleh Laboy-Rush (2011) dan Goh dan Mohamad (2014) melibatkan pembelajaran aktif, penglibatan murid, keupayaan untuk meningkatkan pemikiran kritis menerusi penerokaan situasi dunia sebenar dan menyelesaikan tugas projek (Urban & Falvo, 2016). Hal ini membolehkan

murid dapat membina pengalaman pembelajaran melalui kerja berkumpulan secara kolaboratif justeru meningkatkan kemahiran berfikir aras tinggi.

Elemen sains yang terlibat adalah merujuk kepada topik sains sebagai fokus dalam menimbulkan sifat inkuiri murid yang mana topik Daya dan Gerakan menjelaskan fenomena yang berlaku dalam kehidupan harian. Elemen teknologi merupakan suatu medium pembelajaran yang digunakan sebagai papan pemuka untuk mengumpulkan pengguna. Dari sudut aplikasi pula, teknologi melibatkan produk akhir murid dengan membina projek Scratch yang bersifat kepelbagaian dan bersifat peribadi secara dalam talian. Elemen kejuruteraan pula merujuk kepada proses pembinaan dan kaedah menghasilkan produk. Elemen matematik yang terlibat memerlukan murid menunjukkan bukti empirikal untuk menghuraikan dan mendalami konsep melalui penggunaan formula matematik dalam topik Daya dan Gerakan. Konsep STEM dibawa masuk ke dalam bilik darjah adalah kontekstual, *hands on*, seronok dan meningkatkan inkuiri murid dalam memahami konsep sains.

Integrasi Pembelajaran Teradun dan Pendidikan STEM

Pendekatan pembelajaran STEM secara teradun dalam kajian ini adalah menerusi kaedah *flipped classroom* (Estes et al., 2014) yang berlaku secara dalam talian dan bersemuka serta dijalankan dalam tiga fasa iaitu fasa pra pembelajaran, fasa pembelajaran dan fasa pasca pembelajaran. Semasa fasa pra pembelajaran, murid menjalankan aktiviti menonton video dan menjawab soalan kuiz secara dalam talian. Pada fasa pembelajaran pula murid menangani masalah pembelajaran, diterangkan terminologi dan melaksanakan penilaian formatif secara bersemuka di dalam bilik darjah. Seterusnya, pada fasa pasca pembelajaran, murid melaksanakan aktiviti menghasilkan produk (*hands on*) serta melaksanakan projek (Scratch) secara bersemuka di dalam bilik darjah.

Pendekatan STEM Secara Teradun dengan integrasi pembelajaran teradun dan pendidikan STEM adalah berasaskan empat teori pembelajaran iaitu Teori Konstruktivisme Sosial, Teori Kognisi Bersituasi, Teori *Constructionism* dan Teori *Connectivism*.

Teori Konstruktivisme Sosial

Konstruktivisme sosial menekankan hubungan dan bimbingan oleh individu lain ke atas pembelajaran. Pembangunan sosial dalam pembelajaran membenarkan murid-murid berkomunikasi dan berkongsi pengetahuan demi mencapai matlamat pembelajaran secara bersama. Oleh sebab perundingan murid berlaku, individu berkongsi pengetahuan dan saling membina pengetahuan baharu. Perkara ini turut memberi peluang kepada individu lain meningkatkan pengetahuan baharu. Perkembangan kognitif seseorang bergantung pada interaksi sosial untuk membina pengetahuan melalui proses komunikasi dengan rakan (Vygotsky, 1978). Konstruktivisme sosial menggambarkan murid sebagai pembina konsep yang aktif dalam persekitaran pembelajaran.

Salah satu pengajaran alternatif yang dapat dipilih untuk meningkatkan kesan pembelajaran murid adalah dengan mengadaptasi pembelajaran secara dalam talian. Namun, pembelajaran dalam talian mempunyai kelemahan yang sangat ketara iaitu kurangnya komunikasi secara langsung sesama murid dan guru malah berasa terasing (Song et al., 2004). Justeru, bagi mengatasi kekurangan, gabungan antara pembelajaran secara dalam talian dan pembelajaran secara bersemuka dapat mengurangi kelemahan yang ada. Aktiviti pembelajaran menggunakan strategi pengajaran yang interaktif seperti ini turut menyediakan pembelajaran yang lebih bermakna. Dalam kajian ini, pembelajaran STEM secara teradun merupakan pembelajaran secara koperatif yang direka bentuk menggunakan *Google Classroom* sebagai platform pembelajaran supaya murid dapat bekerjasama dan berkomunikasi. Aktiviti ini memudahkan murid-murid untuk belajar daripada rakan-rakan yang lebih berpengetahuan.

Teori Kognisi Bersituasi

Menurut Leonard (2002), Teori Pembelajaran Kognisi perlu mengamalkan prinsip dimana pembelajaran bilik darjah adalah mengikut sifatnya dan tidak keluar daripada konteks dan relevan. Pengetahuan yang hendak disampaikan mestilah dalam konteks tugas dan aplikasinya adalah lebih relevan dan efektif. Kognisi bersituasi menyatakan bahawa aktiviti 'mengetahui' tidak dapat dipisahkan daripada aktiviti 'melakukan' dengan berpendapat bahawa semua pengetahuan adalah bersituasi dan terikat dalam konteks sosial, budaya dan fizikal. Teori Kognisi Bersituasi menerangkan hubungan pembelajaran murid dengan aktiviti, konteks dan situasi budaya (Brown et al., 1989) dengan melaksanakan aktiviti *hands on* dan aktiviti psikomotor. Dalam menyampaikan kandungan pelajaran

terutamanya, murid perlu dilibatkan dengan persekitaran yang autentik terhadap amalan harian, pengaplikasian pengetahuan dan dapat menggunakan bahan pembelajaran secara produktif. Perkara ini selari dengan pendapat Lave (1991) iaitu pengetahuan perlu disampaikan dalam konteks yang autentik iaitu berada dalam situasi atau keadaan yang biasanya melibatkan pengetahuan tersebut. Menerusi adaptasi Teori Kognisi Bersituasi dan pembelajaran STEM secara teradun, pengetahuan diperolehi dan pembelajaran dipindahkan dari bilik darjah ke dunia sebenar dengan menerapkan kandungan pelajaran secara langsung seterusnya memberi pendedahan untuk belajar STEM dalam konteks cabaran kehidupan sebenar (Kelley & Knowles, 2016).

Dalam kajian ini, pembelajaran STEM secara teradun menyediakan persekitaran pembelajaran yang menghubungkan pengetahuan dengan aplikasi dunia sebenar. Menerusi aktiviti STEM secara *hands on*, murid-murid terlibat secara aktif dalam pembelajaran dan merasai pengalaman belajar. Justeru, murid-murid dapat melihat perkaitan topik-topik sains yang tertentu melalui aktiviti STEM yang dijalankan. Pendekatan pembelajaran STEM secara teradun selari dengan Teori Kognisi Bersituasi yang menumpukan tugas dunia sebenar dan menggunakan bidang-bidang STEM sebagai sumber pendidikan secara menyeluruh, berbanding dengan pembelajaran mengikut proses belajar yang biasanya terasing dalam kebanyakan persekitaran pendidikan sedia ada (Beane, 1995; Venville, Rennie, & Wallace, 2004).

Teori Constructionisme

Falsafah *constructionism* adalah selari dengan falsafah konstruktivisme bahawa murid adalah pembina pengetahuan yang aktif. Walau bagaimanapun, *constructionism* menekankan pembinaan produk oleh murid dan dikongsi bersama-sama. Walaupun menurut falsafah konstruktivisme bahawa murid dapat membina pengetahuan baharu tanpa melalui menghasilkan produk, proses pembinaan pengetahuan lebih jelas dapat dilihat apabila murid menghasilkan sesuatu produk dengan cara berkomunikasi dengan individu lain, berkongsi pendapat, berkongsi kefahaman dan idea (Papert & Harel, 1991).

Pelopor Teori *Constructionism*, Papert (1996) menyatakan bahawa Teori *Constructionism* menekankan proses pembelajaran melalui pembinaan dan pengalaman. *Constructionism* oleh Papert menekankan betapa pentingnya mempunyai tujuan dan produk yang bermakna secara peribadi sama ada konkrit atau pun tidak (Papert & Harel, 1991), yang dapat dikongsi dan dibincangkan dengan orang lain (Resnick, 1996).

Persekitaran pembelajaran *constructionism* dilihat sebagai penglibatan semua murid. Perkara ini adalah kerana terdapat interaksi dan jalinan yang dibina antara murid, guru untuk berkongsi masalah terhadap isu yang timbul atau pun berkolaboratif terhadap aritifak yang dibina. Di samping itu, *Constructionist* percaya bahawa produk yang dibina oleh murid adalah pembelajaran yang bersituasi (Swan, 2005). Ini adalah kerana produk yang dibina meneroka pembelajaran secara praktis, realistik dan sentiasa berada di persekitaran.

Menurut Han dan Bhattacharya (2001), pembelajaran secara *hands on*, pembelajaran secara *learning by doing* dan belajar melalui permainan yang konstruktif merupakan pendekatan pembelajaran yang menerapkan Teori *Constructionism*. Pembelajaran *constructionism* merupakan proses mental untuk memahami persekitaran dan menyokong pembelajaran berpusatkan murid serta pembelajaran melalui penerokaan apabila murid terlibat dalam pembelajaran berasaskan projek yang mana murid membuat perhubungan antara pengetahuan dan idea-idea yang berbeza. Tambahan pula, *constructionism* adalah berkait rapat dengan pembelajaran berasaskan pengalaman atau pun *experiential learning*.

Tambahan pula, aktiviti membina projek melalui aplikasi perisian Scratch merupakan sebahagian daripada aktiviti dalam pendekatan pembelajaran STEM Secara teradun. Murid membina makna semasa membina artifak sebagai hasil daripada aktiviti mengasimilasikan pengetahuan sedia ada dan yang dipelajari untuk diterjemahkan melalui artifak yang dibina.

Teori Connectivisme

Connectivism menekankan bahawa pembelajaran murid berlaku apabila murid membuat perhubungan antara idea yang datang daripada pelbagai sumber dan teknologi (Bell, 2009; De Vriendt, 2015; Duke, Harper, & Johnston, 2013 ; Dunaway, 2011). *Connectivism* juga merupakan pembelajaran yang menekankan hubungan dan interaksi pengguna dalam jaringan rangkaian sosial secara teknologi digital (Shriram & Warner, 2010; Smidt, Thornton, & Abhari,

2017) sebagai asas pengajaran dan menangani keperluan pembelajaran yang berkesan (Duke et al., 2013). Menerusi adaptasi Teori Pembelajaran *Connectivism*, pembelajaran STEM secara teradun, merupakan suatu proses pembelajaran yang disokong dalam persekitaran digital dibina melalui rangkaian, hubungan serta interaksi.

Menurut Smidt et al. (2017), pendekatan *Connectivism* mempunyai ciri-ciri yang hampir sama dengan Teori Konstruktivisme iaitu murid membina pengetahuan secara individu melalui pembelajaran pengalaman sebenar. Ini kerana pembelajaran *Connectivism* atau pun pembelajaran rangkaian berfungsi sebagai asas proses pembelajaran yang mengadaptasi prinsip Konstruktivisme terhadap suatu yang tidak formal, terhubung melalui jaringan hubungan dan disokong oleh teknologi (Shriram & Warner, 2010; Smidt et al., 2017).

Dalam pembelajaran secara dalam talian, walau pun murid dan guru terpisah secara fizikal, hubungan ini dapat diatasi melalui interaksi dalam satu rangkaian antara guru dengan murid, murid dengan murid dan murid dengan sumber pembelajaran. Interaksi-interaksi ini dapat dikuatkan lagi jika berada dalam sebuah jaringan dan rangkaian supaya dapat kekal berinteraksi, berkolaboratif, mendapatkan maklumat baru dan maklumat yang diperlukan. Tambahan pula, melalui pembelajaran secara dalam talian, murid membuat boleh membuat refleksi, berinteraksi dan berkolaboratif dalam persekitaran terbuka dan terhubung. Selari dengan falsafah konstruktivisme iaitu murid-murid berkongsi pengetahuan, meneroka dan membina pengetahuan baru justeru membentuk pembelajaran aktif dalam kalangan murid.

Justeru, penggunaan teknologi dalam pendekatan STEM secara teradun adalah sangat signifikan dalam mempraktikkan pembelajaran teradun. Menerusi pembelajaran teradun, pendekatan pembelajaran STEM secara teradun memiliki ciri-ciri *connectivism* iaitu murid mempunyai kuasa autonomi dalam proses pembelajaran, mempunyai keterbukaan sumber, berhubungan dalam jaringan dan kepelbagaian pendapat melalui penggunaan pelantar aplikasi Google Classroom. Dalam kajian ini, aplikasi Google Classroom merupakan bilik darjah maya yang mengumpulkan murid-murid secara maya supaya mendapatkan maklumat pembelajaran dan juga membolehkan murid berhubung di luar bilik darjah dan berkomunikasi setelah tidak bersemuka.

Tujuan Kajian

Tujuan utama kajian ini dilaksanakan adalah untuk mengkaji kesan pendekatan pembelajaran STEM secara teradun terhadap pencapaian sains bagi murid berkebolehan rendah

Persoalan Kajian

Adakah terdapat perbezaan yang signifikan pada min skor ujian pra dan ujian pasca bagi Ujian Daya dan Gerakan terhadap murid berkebolehan rendah yang mengikuti pembelajaran STEM secara teradun?

Hipotesis Nul

Tidak terdapat perbezaan yang signifikan pada min skor ujian pra dan ujian pasca pencapaian Ujian Daya dan Gerakan terhadap murid berkebolehan rendah yang mengikuti Pembelajaran STEM Secara Teradun.

Metodologi

Reka Bentuk Kajian

Kajian ini mengadaptasi reka bentuk kajian pra eksperimen iaitu ujian pra - ujian pasca satu kumpulan. Oleh yang demikian, justifikasi reka bentuk pra eksperimen dipilih dalam konteks kajian adalah kerana kajian ini dilaksanakan selepas waktu persekolahan. Peserta kajian merupakan murid sedia ada dalam kumpulan kelas kajian serta pelaksanaan intervensi terhadap peserta kajian. Sampel kajian mengikuti pengajaran guru berdasarkan RPH yang telah dibina dengan menggabungkan pembelajaran teradun dan STEM.

Sampel Kajian

Sampel bagi kajian ini adalah 31 orang murid Tingkatan Dua. Mengikut Teori Perkembangan Kognitif Piaget, murid berumur 14 tahun berada pada tahap operasi formal dan dapat berfikir secara logik untuk mengaplikasikan pelbagai kemahiran di bilik darjah (Ramadhani et al., 2019). Persampelan bertujuan dilakukan dengan memilih sekolah menengah harian biasa bagi membolehkan pemilihan sampel dalam kalangan murid berkebolehan rendah dilakukan.

Analisis Data

Pencapaian murid diukur menerusi Ujian Pencapaian Daya dan Gerakan. Ujian Pencapaian Daya dan Gerakan mengandungi 7 soalan berstruktur berdasarkan soalan sebenar Pentaksiran Tingkatan 3 (PT3) dan ditadbir selama 1 jam sebelum dan selepas intervensi dilakukan. Bagi memastikan kesahan kandungan Ujian Pencapaian Daya dan Gerakan, kerjasama dua orang pakar yang terdiri daripada guru sains yang berpengalaman telah diperoleh. Manakala kebolehpercayaan instrument Ujian Pencapaian Daya dan Gerakan iaitu nilai Chronbach's alpha ialah 0.83. Hal ini menunjukkan Ujian Daya dan Gerakan sesuai digunakan kerana kebolehpercayaannya yang tinggi. Dengan menggunakan instrument kajian ini, pengukuran pencapaian murid berkebolehan rendah diukur pada ujian pra dan ujian pasca. Seterusnya, data yang diperolehi dianalisis berdasarkan ujian T Sampel Berpasangan dengan menggunakan perisian *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versi 23.

Keputusan

Jadual 1 menunjukkan min dan sisihan piawai pada ujian pra dan ujian pasca bagi Ujian Daya dan Gerakan bagi murid berkebolehan rendah dan murid berkebolehan sederhana.

Jadual 1. Min Dan Sisihan Piawai Ujian Pra Dan Ujian Pasca bagi Pencapaian Murid

	Min	N	Sisihan Piawai	Min Sisihan Piawai
Ujian Pra	4.58	31	1.52	0.27
Ujian Pasca	27.06	31	3.67	0.66

Berdasarkan Jadual 1, min dan sisihan piawai (SP) skor pencapaian ujian pra adalah $M = 4.58$, $SP = 1.52$ dan Ujian Pasca iaitu $M = 27.06$, $SP = 3.67$. Jadual 2 pula menunjukkan Ujian T Sampel Berpasangan antara Ujian Pra dan Ujian Pasca bagi Ujian Daya dan Gerakan terhadap murid berkebolehan rendah:

Jadual 2. Ujian T Sampel Berpasangan Antara Ujian Pra Dan Ujian Pencapaian Murid Berkebolehan Rendah

Perbezaan pasangan							
Min	Sisihan piawai	Min sisihan piawai	95% perbezaan selang keyakinan		t	df	Sig. (2-tailed)
			Had bawah	Had atas			
-22.48	4.41	0.79	-24.10	-20.87	-28.38	30	0.00

Berdasarkan keputusan Ujian T Sampel Berpasangan seperti yang ditunjukkan pada Jadual 2, keputusan didapati signifikan pada $t(30) = -28.38$, $p < 0.05$ (2 tailed) dan saiz kesan, $d = 5.10$. Oleh kerana $p < 0.05$, keputusan kajian mengesahkan terdapat perbezaan yang signifikan antara ujian pra dan ujian pasca pencapaian topik Daya dan Gerakan untuk murid berkebolehan rendah. Namun begitu, saiz kesan didapati adalah sederhana.

Oleh itu, berdasarkan keputusan kajian, skor ujian pra bagi Ujian Daya dan Gerakan $M = 4.58$, $SP = 1.52$ dan ujian pasca adalah $M = 27.06$, $SP = 3.67$ untuk murid berkebolehan rendah. Peningkatan min ialah 22.48 dengan selang tahap keyakinan 95% untuk perbezaan di antara cara -24.10 (had bawah) hingga -20.87 (had atas) supaya H_{01} ditolak. Berdasarkan keputusan, didapati bahawa terdapat perbezaan yang signifikan antara Ujian Pra dan Ujian Pasca bagi Ujian Daya dan Gerakan untuk murid berkebolehan rendah.

Perbincangan

Secara dasarnya, kesan positif pendekatan STEM secara teradun adalah disebabkan oleh kesesuaiannya dengan pendekatan pembelajaran teradun yang mengintegrasikan pembelajaran STEM serta mengadaptasi Teori Konstruktivisme Sosial, Teori Kognisi Bersituasi, Teori *Constructionisme* dan Teori *Connectivisme*. Ringkasnya, penekanan penguasaan murid berkebolehan rendah terhadap topik Daya dan Gerakan telah berjaya disampaikan melalui pendekatan ini. Dapatan kajian ini meningkatkan prestasi akademik murid seperti kajian Cabi (2018), Jani et al., (2018), He (2016), Yu dan Wang (2016), Saunders (2014) dan Wiginton (2013) yang mana kajian ini mengukuhkan lagi Teori Konstruktivisme Sosial, Teori Kognisi Bersituasi, Teori *Constructionisme* dan Teori *Connectivisme* berdasarkan pengaplikasian STEM dalam pembelajaran teradun. Begitu juga dengan kajian yang dilakukan dalam konteks tempatan seperti kajian yang dijalankan oleh Zanariah (2017) yang menunjukkan kejayaan dalam meningkatkan pencapaian murid menerusi pengaplikasian STEM dalam pembelajaran teradun. Justeru, kajian ini membuktikan Modul Pendekatan Pembelajaran STEM Secara Teradun adalah amat berpotensi diadaptasi dalam bilik darjah sains.

Walau pun perbandingan yang dibuat dengan kajian terdahulu (Zanariah, 2017 ; Jani et al., 2018) tidak tepat kerana perbezaan bidang mata pelajaran mahu pun instrumen yang digunakan, dapatan kajian ini menunjukkan peningkatan skor yang besar terhadap murid berkebolehan rendah selepas mengikuti pendekatan pembelajaran STEM secara teradun. Hal ini adalah kerana pendekatan yang dilaksanakan menerapkan tiga fasa proses pembelajaran iaitu pra pembelajaran, pembelajaran dan pasca pembelajaran. Menerusi Modul Pendekatan Pembelajaran STEM Secara Teradun, murid melalui ketiga-tiga proses pembelajaran dengan mengikut aras Taksonomi Bloom berbanding dengan pembelajaran yang biasa dilaksanakan seperti yang berlaku secara konvensional di dalam bilik darjah. Apabila murid telah bersedia awal untuk mempelajari topik baru, iaitu mengetahui dan memahami isi kandungan, masa tidak lagi dibazirkan semasa bersemuka. Dalam kajian ini, murid melaksanakan aktiviti projek dan menghasilkan produk dengan mengamalkan kemahiran kognitif seperti mengaplikasi, menganalisis, menilai dan mencipta. Tambahan pula, semasa sesi bersemuka, murid telah menangani ketidakpastian dan merungkai perkara yang tidak jelas tentang konsep Daya, Tuas dan Tekanan melalui *More Knowledgeable Other* atau pun guru fasilitator. Pendekatan pembelajaran teradun telah dipersetujui oleh Dzubian dan Moskal (2001) bahawa pembelajaran teradun dapat menjadikan proses pengajaran lebih cekap serta mengurangkan pembaziran masa kerana segala permasalahan mengenai pembelajaran telah ditangani lebih awal. Pendekatan ini dilihat lebih berpotensi dan sesuai untuk dilaksanakan dalam konteks pengajaran di sekolah menengah. Oleh yang demikian, aktiviti perbincangan yang berlaku secara aktif menyumbang kepada faktor besar terhadap peningkatan skor Ujian Daya dan Gerakan.

Dapatan kajian ini menyangkal kajian yang dijalankan oleh Brooks (2014), Whillier dan Lystad (2015) dan Taylor (2015) yang menyatakan bahawa pembelajaran teradun tidak meningkatkan prestasi akademik murid walau pun mengadaptasi flipped classroom. Namun begitu, kajian ini membawa perspektif baru terhadap penggunaan flipped classroom diperingkat sekolah menengah berbanding dengan pelaksanaan kajian Brooks (2014), Whillier dan Lystad (2015) dan Taylor (2015) yang dilaksanakan di peringkat pengajian tinggi. Pengadaptasian flipped classroom dalam bilik darjah sains Tingkatan Dua mendapati murid mempunyai pemilikan terhadap aktiviti yang dilakukan seperti melakukan aktiviti hands on serta menyiapkan tugas Scratch. Malah, dalam kajian ini, murid cenderung untuk memiliki sikap berasa selesa untuk mempunyai pembimbing iaitu secara bersemuka di bilik darjah dan di dalam talian. Hal ini membuatkan murid sentiasa berada dalam lingkungan pembelajaran sains.

Dapatan kajian ini turut menyangkal kajian yang dijalankan oleh Sarican dan Akgunduz (2018) yang menyatakan bahawa pelaksanaan pembelajaran STEM dalam bilik darjah tidak memberi kesan terhadap pencapaian akademik. Kajian ini telah pun menunjukkan kesan yang positif setelah melakukan aktiviti STEM iaitu menerapkan elemen teknologi, kejuruteraan dan matematid dalam konsep sains menerusi aktiviti Kereta Berkuasa, Lengan Pemegang dan Empangan. Kejayaan kajian ini juga bergantung kepada sampel kajian iaitu murid berkebolehan rendah. Berbanding dengan kajian Sarican dan Akgunduz (2018), perbandingan dilakukan antara pendekatan konstruktivis dengan pendekatan STEM. Justeru menunjukkan kajian tidak mengadaptasi aktiviti konstruktivis semasa pembelajaran STEM berlaku seperti yang dilaksanakan dalam kajian ini.

Dapatan kajian ini selari dengan kajian Noraini Noh et al. (2017) yang menyatakan pendekatan pembelajaran teradun berkesan meningkatkan pencapaian murid dalam subjek Sains dan sesuai disebarluaskan kepada guru-guru sains yang lain. Tambahan pula, dapatan kajian ini juga selari dengan Khaeroningtyas, Permanasari dan

Hamidah (2016) serta Harsi Admawati dan Jumadi (2018) bahawa pembelajaran STEM membantu meningkatkan pencapaian murid. Namun, apa yang diutamakan ialah kajian ini mengadunkan pembelajaran STEM. Hal ini jelas menunjukkan pendekatan pembelajaran teradun dan pembelajaran STEM berkesan dalam meningkatkan pencapaian akademik murid. Konsep pengajaran ini lebih berpotensi dan bersesuaian untuk digunakan dalam konteks pengajaran di sekolah menengah.

Kesimpulan

Kajian ini bermatlamat menjawab persoalan mengenai kesan pendekatan pembelajaran STEM secara teradun dalam meningkatkan pencapaian dalam kalangan murid berkebolehan rendah. Dapatan telah menunjukkan kesan positif pendekatan pembelajaran STEM secara teradun dalam meningkatkan pencapaian murid berkebolehan rendah. Maka, kajian menunjukkan bahawa pelaksanaan pendekatan pembelajaran STEM secara teradun dapat berpotensi merapatkan jurang kebolehan rendah dengan murid berkebolehan sederhana dan tinggi sekali gus dapat mengurangkan kadar keciciran murid dalam subjek Sains. Perkara ini secara tidak langsung dapat meningkatkan minat dan motivasi murid berkebolehan rendah terhadap subjek Sains dan dapat menyumbang kepada bilangan murid yang mengikuti aliran STEM pada masa akan datang. Secara tidak langsung juga dapat mengurangkan bilangan murid yang tidak minat akan subjek Sains. Pembelajaran teradun yang menerapkan elemen STEM yang bersepadu mengintegrasikan elemen sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik dalam satu set pembelajaran yang berkesan dengan pengaplikasian ilmu dalam dunia sebenar.

Limitasi dan Kajian Lanjutan

Kajian ini melibatkan banyak faktor, walaubagaimana pun, limitasi kajian adalah berdasarkan skop yang diterangkan seperti berikut:

1. Pendekatan STEM Secara Teradun hanya memberi fokus terhadap topik Daya dan Gerakan Tingkatan Dua
2. Pendekatan STEM Secara Teradun hanya memberi fokus terhadap *flipped classroom*
3. Pendekatan STEM Secara Teradun hanya memberi fokus terhadap murid berkebolehan rendah
4. Pendekatan STEM Secara Teradun hanya memberi fokus terhadap pengaplikasian Google Classroom dan Scratch.

Rujukan

- Akgunduz, D., & Akinoglu, O. (2016). The effect of blended learning and social media-supported learning on the students' attitude and self-directed learning skills in science education. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 15(2), 106–115.
- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: The heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454–465.
- Azlina, M. K. (2007). Self-regulated learning and academic achievement in Malaysian undergraduates. *International Education Journal*, 8(1), 221–228.
- 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. *The magazine of the Staff and Educational Development Association*, 10(3), 1-7.
- Bersin, J. (2006). Best Practices , Proven Methodologies , and Lessons Learned. In *The Blended Learning Book* (Vol. 7, Issue 248, pp. 323–326).
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32–42.
- Cabi, E. (2018). The impact of the Flipped Classroom model on students' academic achievement. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 19(3), 202–221.
- Chew, C. M., Noraini, Leong, K. E., & Mohd Fadzil. (2013). Secondary School Assessment Practices in Science , Technology , Engineering and Mathematics (STEM) Related Subjects. *Journal of Mathematics Education*, 6(2), 58–69.
- Chianson, M. M., Kurumeh, M. S., & Obida, J. A. (2010). Effect of cooperative learning strategy on students ' retention in circle geometry in secondary schools in Benue State , Nigeria. *American Journal of Scientific and Industrial Research*, 2(1), 33–36.
- Chung, J., & Davies, I. K. (1995). An Instructional theory for learner control: Revisited. In M. R. Simonson (Ed.), *Proceedings of*

- the 1995 Annual National Convention of the Association for Educational Communications and Technology (pp. 72-86). Anaheim, CA: AACE. Chung, J., & Davies, I. K. (1995). *An Instructional Theory for Learner Control: Revisited*. 5, 1-16.
- Collis, B., & Moonen, J. (2001). *Flexible learning in a digital world*. New York: Routledge.
- De Vriendt, M. (2015). Implementing blended learning , in the form of a learning network , to enhance social learning. *The Journal of Technology Enhanced Learning*, 1(1), 1–12.
- Demirci, N. (2005). A Study About Students ' Misconceptions in Force and Motion Concepts By Incorporating a Web-Assisted Physics Program. *The Turkish Online Journal of Eduvational Technology-TOJET*, 4(3), 40–48.
- Dixon, R. M., Craven, R., & Martin, A. (2006). Underachievement in a whole city cohort of academically gifted children: what does it look like? *Australasian Journal of Gifted Education*, 15(2), 9–15.
- Duke, B., Harper, G., & Johnston, M. (2013). Connectivism as a digital age learning theory. In *The International HETL Review*, Special issue, 10–13.
- Dunaway, M. K. (2011). Connectivism: Learning theory and pedagogical practice for networked information landscapes. *Reference Services Review*, 39(4), 675–685.
- Dzulkifli, M. A., & Alias, I. A. (2012). Students of low academic achievement—Their personality, mental abilities and academic performance: How counsellor can help. *International Journal of Humanities and Social Science*, 2(23), 220–225.
- Estes, M., Ingram, R., & Liu, J. C. (2014). A Review of flipped classroom research, practice and technologies. *International HETL Review*, 4(7), 1-8.
- Garrison, D. R., & Kanuka, H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *Internet and Higher Education*, 7, 95–105.
- Gecer, A., & Dag, F. (2012). A blended learning experience. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 12(1), 438–442.
- Goh, H., & Mohamad. (2014). Robotics As a Tool To STEM Learning. *International JOurnal for Innovation Education and Research*, 2(10), 66–78.
- Han, S., & Bhattacharya, K. (2001). Constructionism, learning by design, and project-based learning. *Emerging Perspectives on Learning, Teaching, and Technology*, 1–18.
- Han, S. Y., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
- He, W. (2016). *Investigation of the effects of flipped instruction on student exam performance, motivation and perceptions* (Doctoral thesis, University of California, California, United States of America). Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/62k2809x>
- Hinkhouse, H. C. (2013). *Investigating blended learning in the high school science classroom* (Master thesis, University of Nothern Iowa, Iowa, United States of America). Retrieved from <https://scholarworks.uni.edu/etd/75/>
- Hoachlander, G., & Yanofsky, D. (2011). Making STEM Real. *Educational Leadership*, 68(6), 1–6.
- Jdaitawi, M. (2015). Social connectedness, academic, non academic behaviors related to self regulation among university students in Saudi Arabia. *International Education Studies*, 8(2), 84-100.
- Johnson, L., Smith, R., Levine, A., & Haywood, K. (2010). *2010 Horizon Report*. Austin, TX: The New Media Consortium.
- Kalaiselvi, P. (2016). *Self-regulated learning among low achievers: Its relationships with psychological attributes and school climate* (Doctoral thesis, Universiti Sains Malaysia, Penang, Malaysia). Retrieved from <http://eprints.usm.my/32169/>
- Kanuka, H., & Rourke, L. (2013). Using blended learning strategies to address teaching development needs: How does Canada compare? *The Canadian Journal of Higher Education*, 43(3), 19–35.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2016b). *Panduan pelaksanaan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) dalam pengajaran dan pembelajaran*. Putrajaya: Bahagian Pembangunan Kurikulum.
- Laboy-Rush, D. (2011). Integrated STEM education through project-based learning. Retrieved from <http://rondout.k12.ny.us>
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning. Legitimate peripheral participation*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Leonard, D. C. (2002). *Learning theories, A to Z* (1st ed.). Connecticut: Greenwood Publishing Group.

- Masrura, Y. (2015). *Peningkatan kualitas pembelajaran Matematika melalui penerapan Model Pembelajaran Kooperatif tipe learning- 6E dengan pendekatan problem solving pada siswa program IPS 1 SMA Negeri Mandai Maros* (Master's thesis, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia). Retrieved from <http://eprints.unm.ac.id/7098/>
- Norazla, Zaleha, Zaidatun, & Haruzuan, M. N. (2016). A meta-analysis on effective strategies for integrated STEM education. *Advanced Science Letters*, 22(12), 4225–4288.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating Constructionism. *Constructions*, 36(2), 1–11.
- Rachel, A., Nnamdi, O., & Thomas, I. (2016). Learning Environments as Basis for Cognitive Achievements of Students in Basic Science Classrooms in Nigeria. *Universal Journal of Educational Research*, 4(6), 1471–1478.
- Ramadhani, R., Umam, R., Abdurrahman, A., & Syazali, M. (2019). The effect of flipped-problem based learning model integrated with LMS-google classroom for senior high school students. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(2), 137–158.
- Resnick, M. (1996). Distributed Constructionism. *International Conference of the Learning Sciences*, 280–284.
- Saunders, J. M. (2014). *The flipped classroom: Its effect on student academic achievement and critical thinking skills in high school mathematics* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global database. (UMI No. 3645482)
- Shriram, R., & Warner, S. C. (2010). Asian Journal of Distance Education. *Asian Journal of Distance Education*, 8(2), 4–17.
- 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.
- Song, L., Singleton, E. S., Hill, J. R., & Koh, M. H. (2004). *Improving online learning : Student perceptions of useful and challenging characteristics*. 7, 59–70.
- Suppattayaporn, D., Emarat, N., & Arayathanitkul, K. (2010). The effectiveness of peer instruction and structured inquiry on conceptual understanding of force and motion: a case study from Thailand. *Research in Science & Technological Education*, 28, 63–79.
- Swan, K. (2005). A constructivist model for thinking about learning online. In J. Bourne & J. C. Moore (Eds.), *Elements of quality online education: Engaging communities*. Needham, MA: Sloan-C.
- Urban, M. J., & Falvo, D. A. (2016). *Improving K-12 STEM education outcomes through technological integration*. Hershey, PA: IGI Global.
- Vanauker-Ergle, K. A. (2003). *Barriers to low achiever's success in the elementary classroom as perceived by teacher: A qualitative study* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global database. (UMI No. 3127692)
- 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.
- Vygotsky, L. S. (1978). Interaction between learning and development. *Readings on the Development of Children*, 23(3), 34-41.
- Wiginton, B. L. (2013). *Flipped Instruction: An investigation into the effect of learning environment on student self-efficacy, learning style and academic achievement in an Algebra I classroom* (Doctoral dissertation). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global database. (UMI No. 3612166)
- Wu, Y., & Tsai, C.-C. (2005). Development of elementary school students ' cognitive structures and information processing strategies under long-term constructivist-oriented science instruction. *Science Education*, 89(5), 822–846.
- Yaki, A. A., Mohd Saat, R., Sathasivam, R. V., & Zulnaidi, H. (2019). Enhancing Science Achievement Utilising an Integrated STEM Approach. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 16(1), 181–205.
- Yu, Z., & Wang, G. (2016). Academic achievements and satisfaction of the clicker-aided flipped business english writing class. *Educational Technology and Society*, 19(2), 298–312.
- Yusoff, S., Yusoff, R., & Md Noh, N. H. (2017). Blended Learning Approach for Less Proficient Students. *SAGE Open*, 7(3), 1–8.
- Zanna, M. P. (1996). *Advances in Experimental Social Psychology*. San Diego, CA: Academic Press Inc.